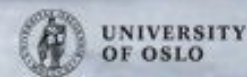


# Adaptiv forvaltning av skrantesyke (adaptCWD)

CEES

Atle Mysterud  
Professor i økologi



# Forskningsstøtte til adaptiv forvaltning av skrantesyke

## Bakgrunn

Utbruddet av skrantesyke (CWD) blant villrein i Norge utgjør en stor utfordring for norsk naturforvaltning. Det er stor usikkerhet om forekomst og effekter av ulike tiltak. Det er derfor krevende å balansere behovet for effektive tiltak for å begrense sykdommen, samtidig som tiltak kan være inngripende for villrein-bestandene.

## Mål

Hovedmålet med prosjektet er å skaffe ny kunnskap og utvikle analytiske verktøy som muliggjør adaptiv forvaltning av CWD hos villrein i Nordfjella og på Hardangervidda.

## Arbeidspakker

- WP1. Optimal overvåking og bekjempelse (beregninger)
- WP2. Nisjeoverlapp – risiko for spredning mellom hjortedyr
- WP3. «Bivirkninger» - målkonflikter



**Prosjekteier:** Universitetet i Oslo

**Prosjektleder:** Atle Mysterud (atle.mysterud@ibv.uio.no)

**Prosjektperiode:** 2024 - 2027 **Prosjektnummer:** 352554

**Prosjekttype:** Samarbeidsprosjekt for å møte utfordringer i samfunn og næringsliv

**Finansiering fra Forskningsrådet:** 4 mill. NOK

**Samarbeidspartnere:** Norsk institutt for naturforskning, Veterinærinstituttet, Norsk institutt for bioøkonomi, Mattilsynet, Miljødirektoratet, Villreinutvalget Hardangervidda og Nordfjella, Stiftelsen Norsk Villreinsenter

**Nettside:** <https://www.mn.uio.no/ibv/forskning/prosjekter/352554/index.html>

# Villrein er rødlista

- Global nedgang
  - Rødlistet internasjonalt 2016
  - Nasjonalt i 2021
- CWD er akkurat hva vi ikke trengte
  - Nedskyting m.m.

artsdatabanken

Redlista for arter 2021 > Norge > Rangifer tarandus

Rødlista for arter 2021

- Resultater Rødlista 2021 >
- Artsgruppene >
- Fordypning >
- Redlista - hva, hvem, hvorfor? >
- Ekspertkomitéene >
- Metode >
- Kunnskapsgrunnlaget >
- Lanseringskonferansen 2021 >
- Tidligere rødlistor for arter >
- Norske arter på internasjonale rødlistor >

**Vurdering av rein Rangifer tarandus (Linnaeus, 1758)**

Utført av [ekspertkomité for pattedyr](#)  
Publisert: 24.11.2021

Gjelder for Norge.

Arten er vurdert til nær truet NT for Norsk rødliste for arter 2021. Kategorien kommer av reduksjon i populasjonstørrelse og liten populasjonstørrelse og pågående nedgang.

RE CR EN VU NT DD LC NA NE

RE: Regionalt utbredt, CR: Kritt, EN: Sterkt fross, VU: Sårbar, NT: Nær truet, DD: Data mangler, LC: Livskraftig, NA: Ikke egnet, NE: Både vurdert

[Alt om kategoriskalaen](#)

**Ekspertenes oppsummering**

**Beskrivelse av arten:**  
Rein (*Rangifer tarandus*) har en bred geografisk utbredelse mellom 50 og 81 grader nord rundt Arktis fra det nordvestlige USA (Alaska), Canada, Grønland, Norge, Finland, Russland til Mongolia (Gunn 2016).


Omtrent halvparten av den europeiske bestanden av villrein, og nesten hele den europeiske bestanden av fjellrein *R. t. tarandus* (heretter kalt villrein), lever på fastlandet i Norge (Gunn 2016, miljodirektoratet.no).

Tilractsiden

Utvikling  
2021: NT Nær truet  
2015: LC Livskraftig  
2010: LC Livskraftig

Videre lesning  
2015-vurdering  
2010-vurdering

Bilder av arten




© J. Snorre Henriksen

iucnredlist.org/species/29742/22167140

Names - common, scientific, regions etc...  [Advanced](#) [About](#) [Assessment process](#) [Resources & Publications](#) [More](#)

Jump to Reindeer: In detail Translate page Velg språk



## Reindeer

*Rangifer tarandus*

ABSTRACT [Download](#) [Text Overview](#)

Reindeer *Rangifer tarandus* has most recently been assessed for *The IUCN Red List of Threatened Species in 2015*. *Rangifer tarandus* is listed as Vulnerable under criteria A2a.

THE RED LIST ASSESSMENT

Gunn, A. 2016. *Rangifer tarandus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T29742A22167140. [https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.FL.2016-2.Rangifer\\_tarandus](https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.FL.2016-2.Rangifer_tarandus)

LAST ASSESSED  
24 December 2016

SCOPE OF ASSESSMENT  
Global

[Assessment in detail](#)

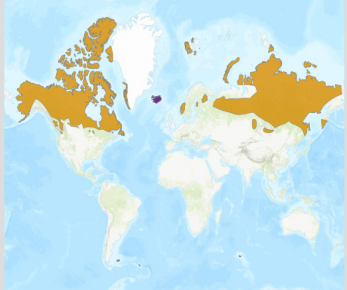
POPULATION TREND  
Decreasing

NUMBER OF MATURE INDIVIDUALS  
2,890,400

POPULATION IN DETAIL

HABITAT AND ECOLOGY  
Forest, Grassland

GEOGRAPHIC RANGE



# Er CWD-forvaltning verre enn CWD?



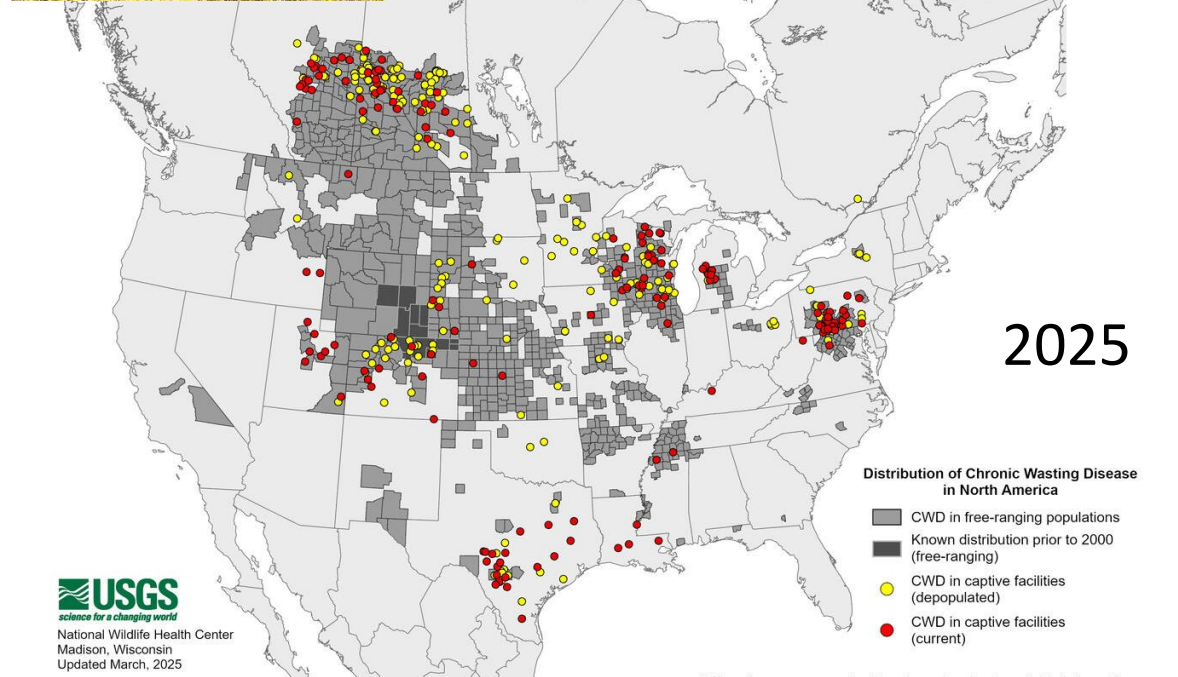
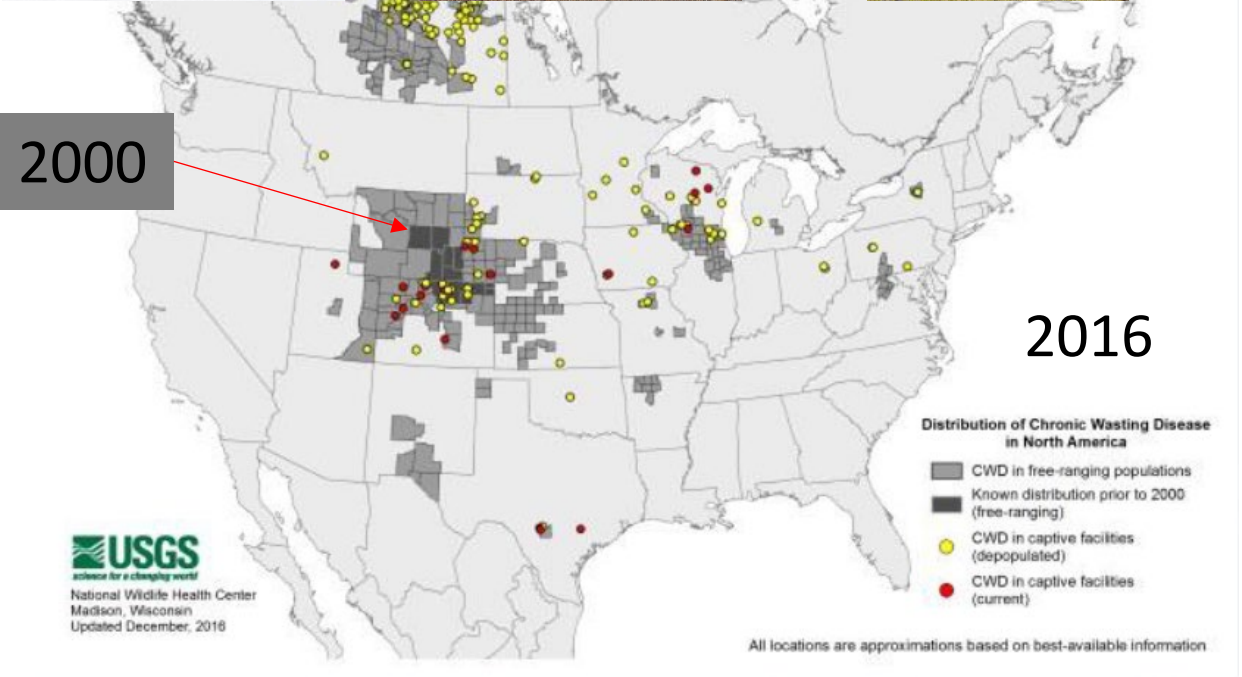
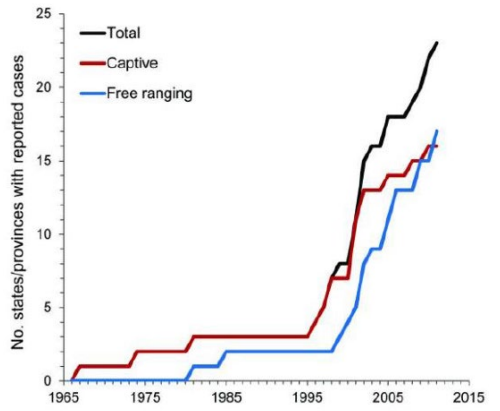
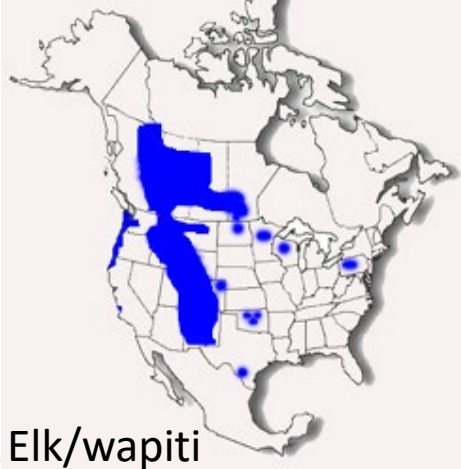
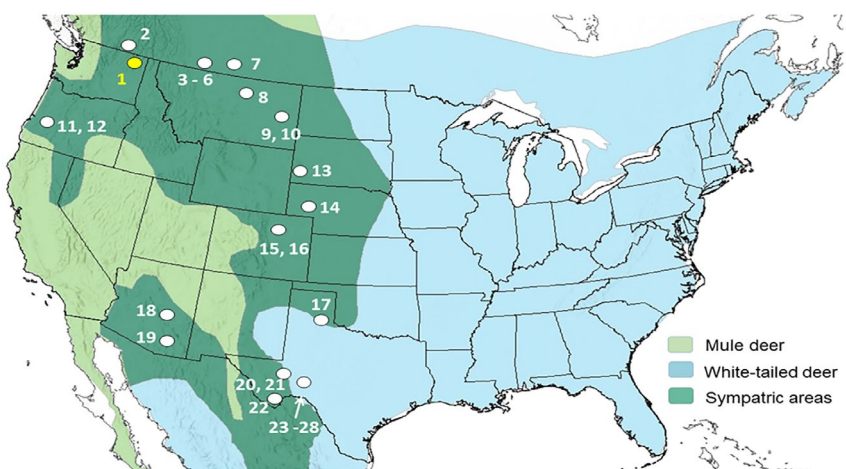
Foto: SNO



Foto: Runar Bjørberg

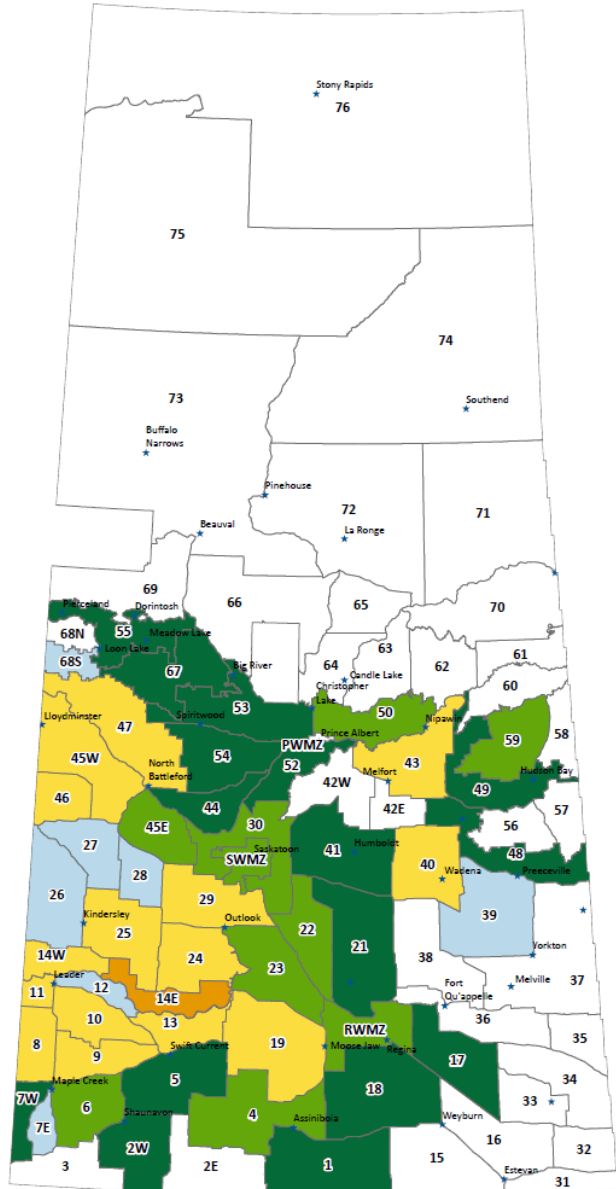
# I dag

- Hva vil det si å leve med CWD i USA/Canada?
  - Hvis man ikke forvalter?
  - Hvis man forvalter?
- Hva visste vi om CWD i 2016? (USA/Canada)
  - Hva kunne vi **forutsi** allerede i 2016?
- Hva vet vi i dag? (Norge)
  - Har ny kunnskap endret forståelsen?
  - **4 ulike typer av usikkerhet**
- adaptCWD
  - WP1. Optimal overvåking & bekjempelse
  - (WP2. nisjeoverlapp hjortedyr)
  - WP3. «Bieffekter» og målkonflikter



# Saskatchewan

## Male Mule Deer (2018-2020)



White-tailed Deer  
(2018-2020)

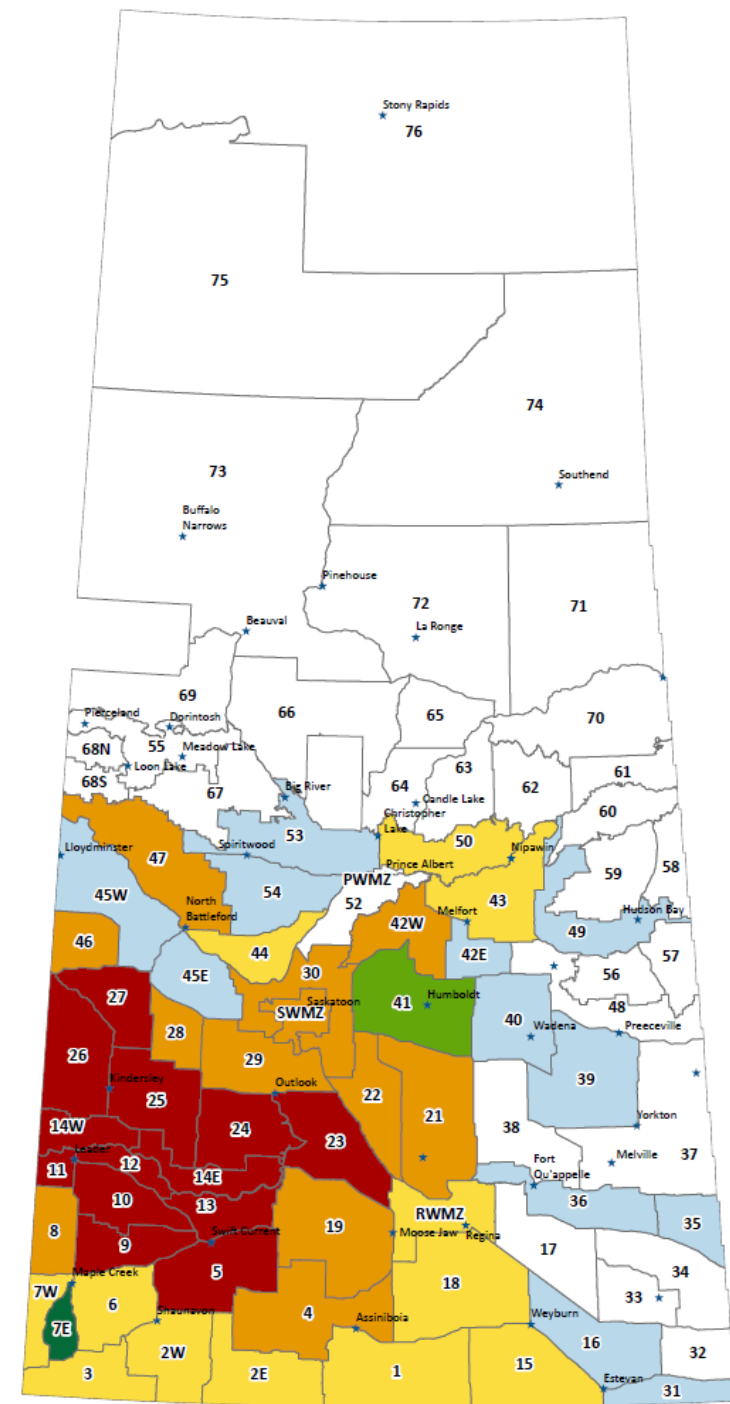
**Wildlife Management Zones**  
CWD 3-Year Pooled Prevalence (White-tailed Deer \*\*)

- 0-6 %
- 7-10 %
- 11-30 %
- 31-49 %
- \* CWD Positive - Data Deficient
- Not Detected
- \* Towns

\*Insufficient sample size obtained to estimate prevalence

Please Note: Prevalence estimates are based on last three years' (2018-2020) pooled surveillance data for male and female white-tailed deer. Confidence intervals vary based on sample size collected.

\*\*Prevalence rates in male and female white-tailed deer vary.



**Wildlife Management Zones**  
CWD 3- Year Pooled Prevalence (Male Mule Deer)\*\*)

- 0-6 %
- 7-10 %
- 11-30 %
- 31-49 %
- > 50%
- \* CWD Positive - Data Deficient to Estimate Prevalence
- Not Detected
- \* Towns

\*Insufficient sample size obtained to estimate prevalence

Please Note: Prevalence estimates are based on last three years' (2018-2020) pooled surveillance data for male mule deer. Confidence intervals vary based on sample size collected.

\*\*Prevalence rates in male and female mule deer vary. On average, prevalence rates in male mule deer are 2X those in female mule deer, however, variation exists across WMZs.

# Kunnskap fra USA og Canada

## Å leve med CWD $\neq$ Å leve som før

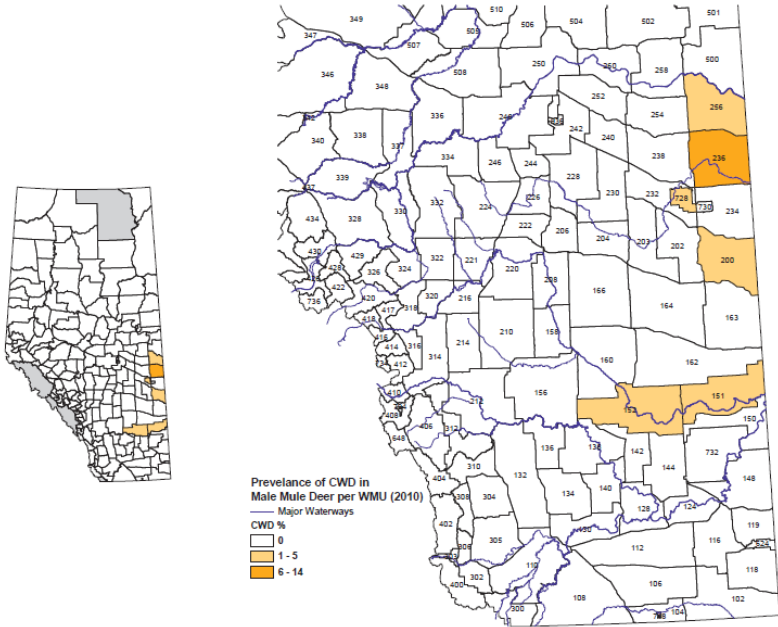
- **Uten forvaltning:**
  - 10-50% smitte (tar tiår)
  - Liten rekruttering/nedgang
    - Til slutt kun skyte bukk
    - Bestanden tåler ikke jakt av hunndyr
  - Teste kjøtt – kaste mye
  - Synkende interesse for jakt



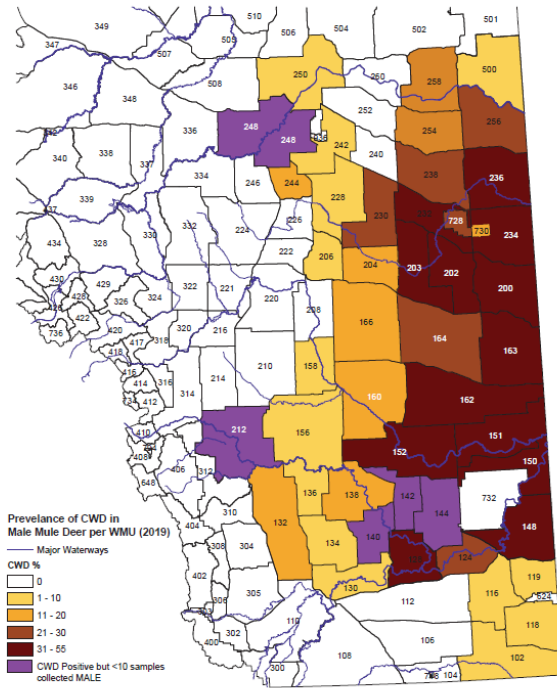
# Alberta

2010

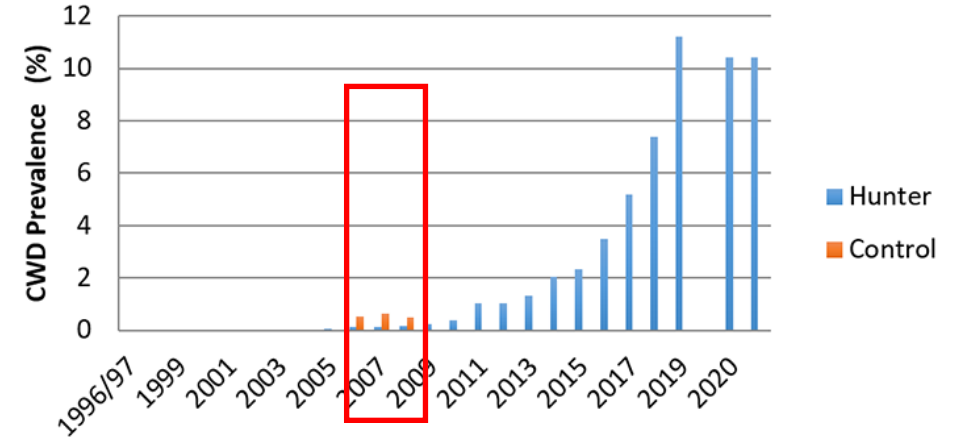
2010



2019



## Overall CWD Prevalence in Alberta



## Hos mulhjort bukk 2021/22

- 14.4% av 6816 mulhjort
- 4.4% av 3738 hvithalehjort
- 2.4% av 333 wapiti (CFB Suffield)
- 0 av 173 elg



## Tidlig nedskyting i Alberta 2006-2008

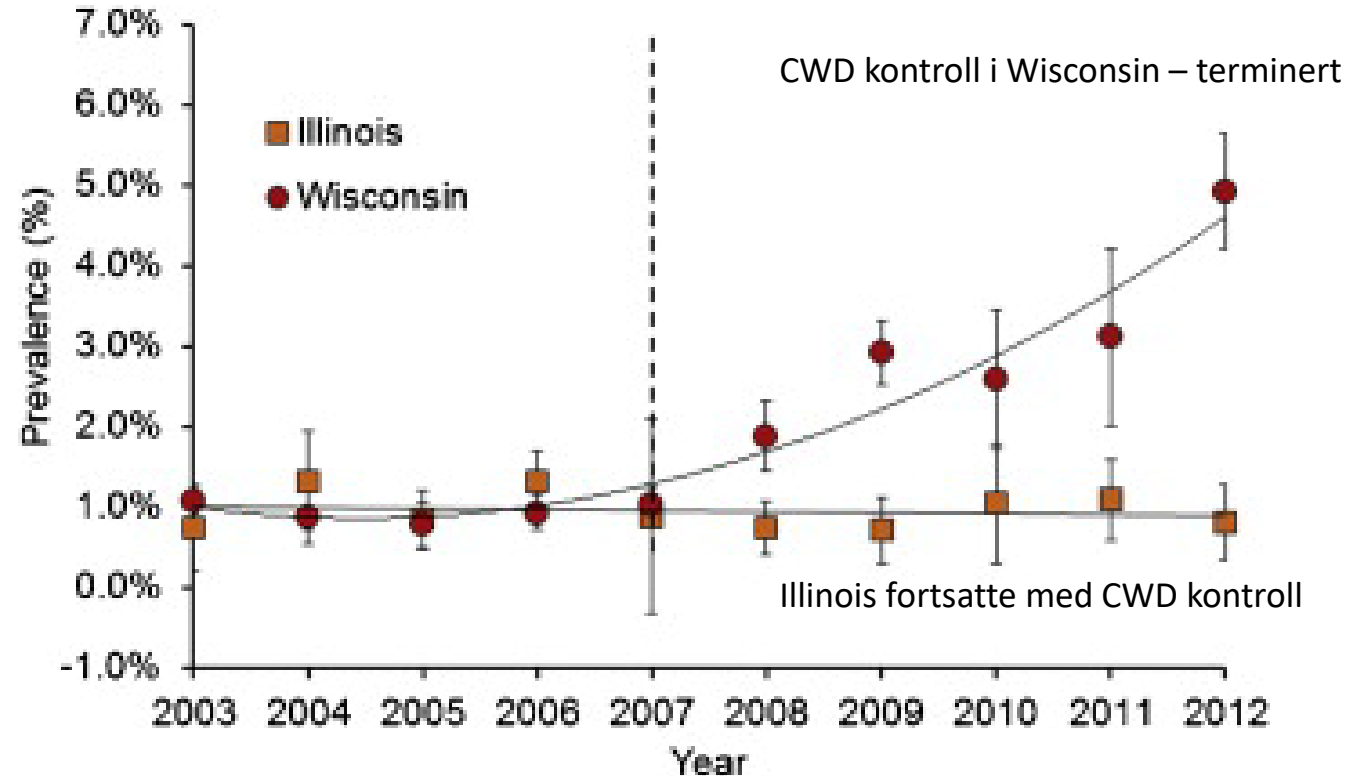
Politisk upopulært

- Stoppet etter 3 år
- Tok ut 4-6x flere infiserte



# Utmattelse og motstand

- Lett å gi opp
- Veldig fristende å gi opp
- Det har fått konsekvenser



- N. Mateus-Pinilla, H. Y. Weng, M. O. Ruiz, P. Shelton, and J. Novakofski. 2013. Evaluation of a wild white-tailed deer population management program for controlling chronic wasting disease in Illinois, 2003-2008. *Prev Vet Med* 110:541-548.
- M. B. Manjerovic, M. L. Green, N. Mateus-Pinilla, and J. Novakofski. 2014. The importance of localized culling in stabilizing chronic wasting disease prevalence in white-tailed deer populations. *Prev Vet Med* 113:139-145.
- Hayden D. Hedman, Csaba Varga, William M. Brown, Paul Shelton, Alfred L. Roca, Jan E. Novakofski, and Nohra E. Mateus-Pinilla. 2020. Spatial analysis of chronic wasting disease in free-ranging white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Illinois, 2008-2019. *Transbound Emerg Dis* 68:2376-2383.

# Kunnskap fra USA og Canada

## Å leve med CWD $\neq$ Å leve som før

- **Med forvaltning:**

- Stabilisere smittenivå <5-10% smitte
- Lokal utskyting (jakt og «proffe»)
- Ta vekk voksent bukkesegment
- Teste kjøtt (før spise)
- Dyrt økonomisk
- Kontroversielt



- **Uten forvaltning:**

- 10-50% smitte (eller mer)
- Liten rekruttering/nedgang
  - Til slutt kun skyte bukk
  - Bestanden tåler ikke jakt av hunndyr
- Teste kjøtt – kaste mye
- Synkende interesse for jakt
- Store økonomiske tap

# Kunnskaps-sammenstillinger

Mysterud, A., Tranulis, M.A., Strand, O., og Rolandsen, C.M.  
2024. Erfaringer og usikkerheter etter 7 år med skrantesyke  
(CWD) i Norge. En litteraturgjennomgang. NINA Rapport 2402.



CWD in Norway – a state of emergency for the future of cervids (Phase II)

Opinion of the Panel on Biological Hazards of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety



Factors that can contribute to spread of CWD – an update on the situation in Nordfjella, Norway

Opinion of the Panel on biological hazards of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment



Handlingsrommet etter påvisning av skrantesyke (Chronic Wasting Disease, CWD) på Hardangervidda – grunnlag for fremtidige forvaltningsstrategier



# Evne til å forutsi

- Har vitenskapen fungert?
  - Hva kunne veterinærene forutsi fra CWD-case 1?



Lymfeknute +



Smittsom



Lymfeknute -



Ikke smittsom



# Usikkerheter CWD – 4 «typer»

- 1. Prosess, strukturell usikkerhet: Hva er CWD?
  - Smitteegenskaper, inkubasjonstid osv. [individ]
  - (Om og) hvor fort vil det spre seg i bestand, mellom bestander og arter? [bestand]
- 2. Måle-usikkerhet: Hva er forekomst?
- 3. Miljø-usikkerhet (og tilfeldigheter)
  - Kan bety mye i tidlig fase
- 4. Forvaltnings-usikkerhet
  - Klarer vi å gjennomføre tiltak? [opp til forvaltningen]
  - Virker tiltak? [fokus]
  - Har tiltak uheldige bivirkninger? [overvåkes]



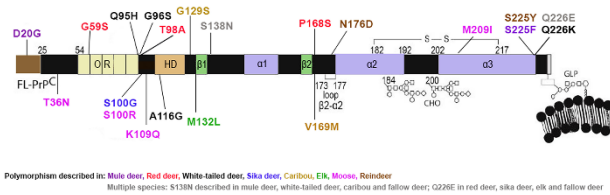
# Usikkerheter CWD – 4 «klasser»

- 1. Prosess, strukturell usikkerhet: Hva er CWD?
  - a) Smitteegenskaper, inkubasjonstid etc. [**individ**]
  - b) (Om og) hvor fort vil det spre seg i bestand, mellom bestander og arter? [**bestand**]

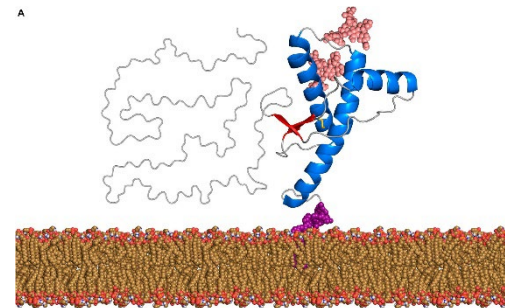


# Gen → protein [→ feilfoldet protein]

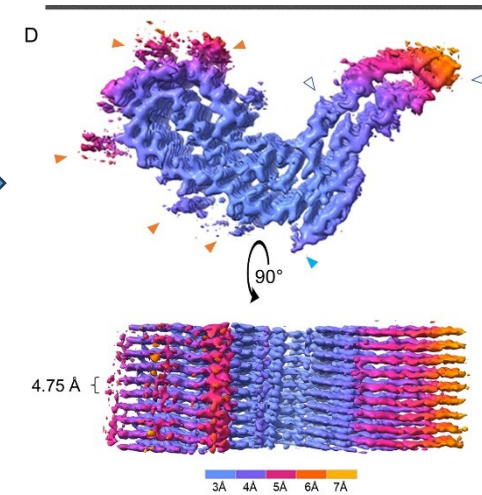
Prioner "kopierer" seg selv ved å feilfolde prionproteiner



*PRNP*  
[variant 1]



Prion protein



Prioner er klustre av feilfoldete prionproteiner

*PRNP*  
[variant 2]



Litt annen protein-struktur



Feilfoldes ikke/sjeldnere

# Kan genetikken redde oss?

- Et gen avgjør mottagelighet
- Genet som koder prionproteinet, *PRNP*



«Villtype» *PRNP*



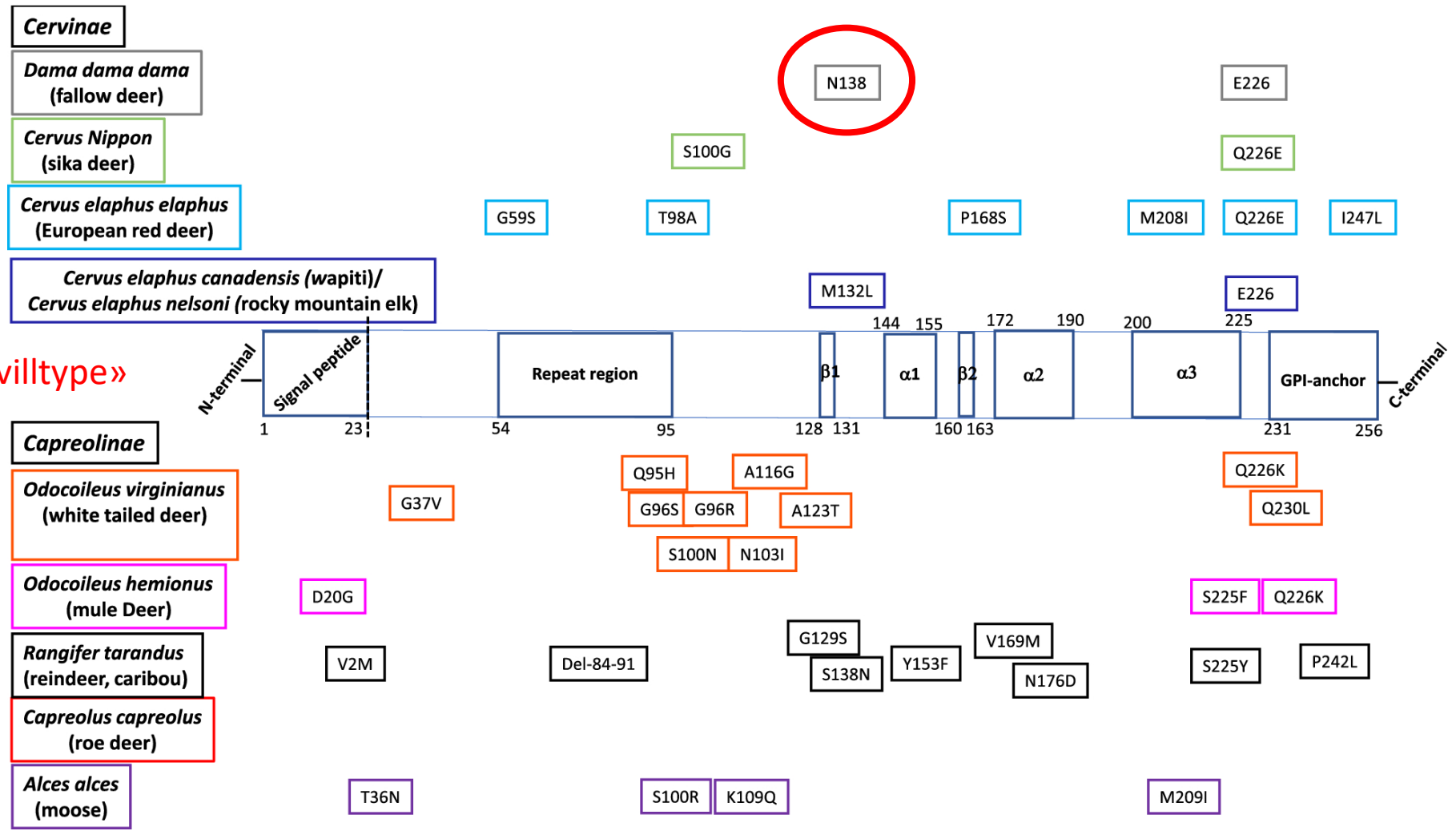
- Mindre mottagelig *PRNP*



- Ikke mottagelig *PRNP*



# PRNP



A «villyte»

- Genet som koder prionproteinet, *PRNP*
- Avgjør grad av mottagelighet
- Ingen immunitet

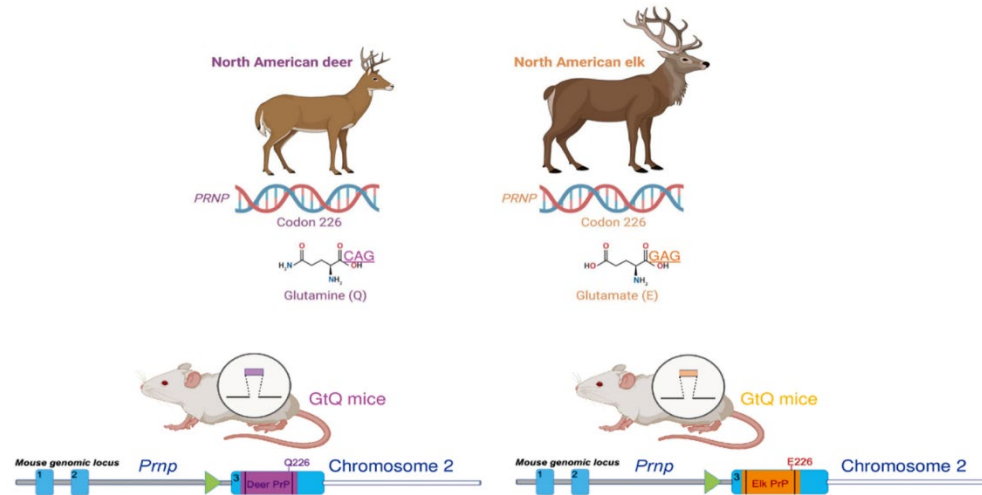
# Reinsdyr er mottagelige (USA/Canada)

- **Eksperimenter:** Reinsdyr er mottagelige for CWD fra mulhjort, hvithalehjort og wapiti
- Direkte kontakt og indirekte gjennom miljø
- Forløp:
  - Død 18.5-20 måneder etter infeksjon
  - 1-2 måneder klinisk syk
  - Lenger fra wapiti-CWD (strain)
- Variasjon avhengig av *PRNP*

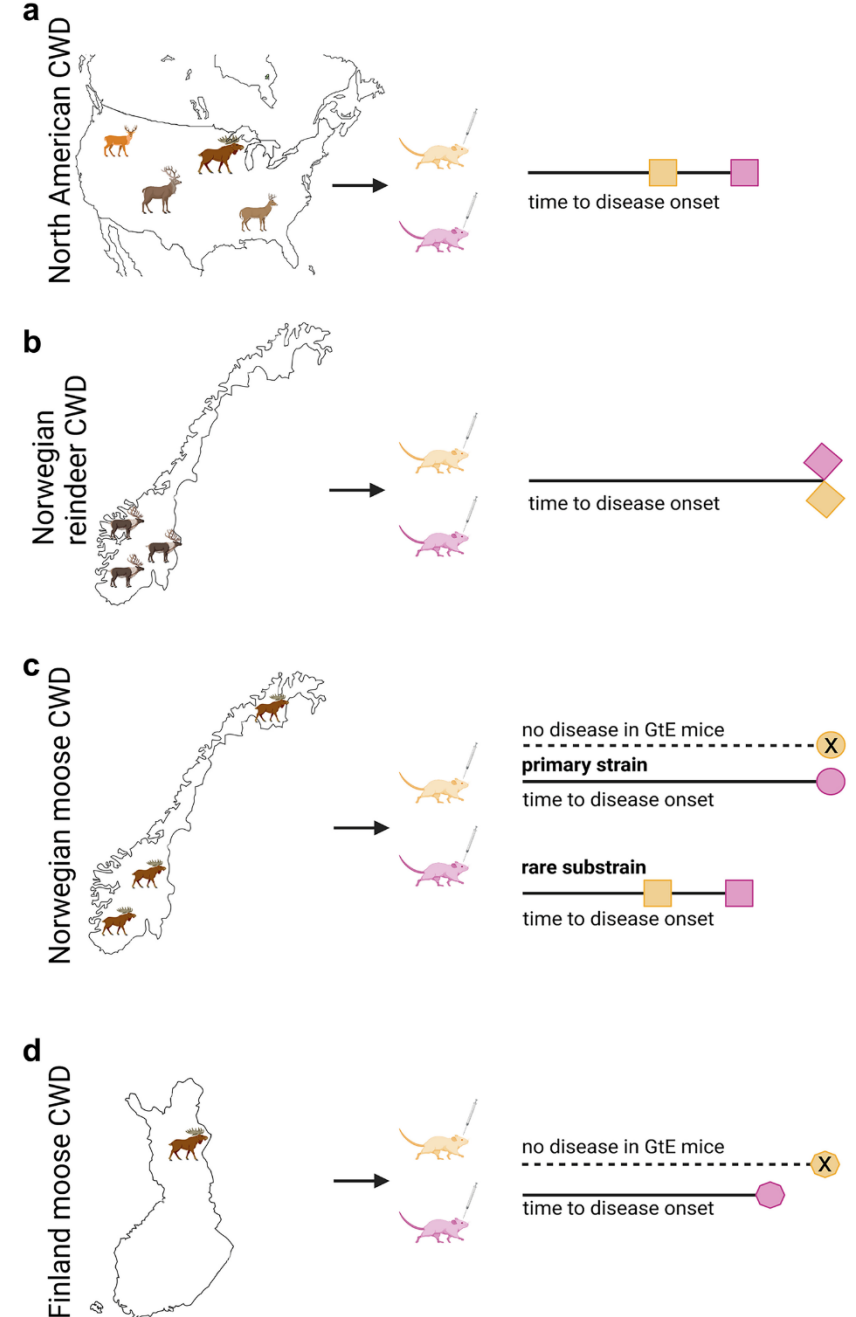
• G. B. Mitchell, C. J. Sigurdson, K. I. O'Rourke, J. Algire, N. P. Harrington, I. Walther, T. R. Spraker, and A. Balachandran. 2012. Experimental oral transmission of Chronic Wasting Disease to reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Plos One* 7:e39055.

• S. J. Moore, R. Kunkle, M. H. W. Greenlee, E. Nicholson, J. Richt, A Hamir, W. R. Waters, and J. Greenlee. 2016. Horizontal transmission of Chronic Wasting Disease in reindeer. *Emerg Infect Dis* 22:2142.

# Usikkerhet 1a: egenskaper ved CWD



- Nytt CWD strain, men
  - «Museforsøk» sier ikke noe direkte om smittsomhet
  - Stor likhet med CWD fra USA/Canada
    - Lik molekylvekt (Western blot)
  - Prioner i lymfevev
    - Indikasjon på smittsomhet
- Ukjent opphav



# Prion-smitte fra sau til villrein?



Prionsykdommer smitter oftest tilbake til utgangsvært

## 1) Smitteforsøk Sandnes (NMBU)

- Sau virker å være svært lite følsomme for CWD fra villrein, selv ved pode-forsøk
- Noe replikasjon av prioner i perifert vev (påvist med sensitive metoder)

## 2) Molekyl-vekt: CWD-prioner $\neq$ skrapesyke-prioner

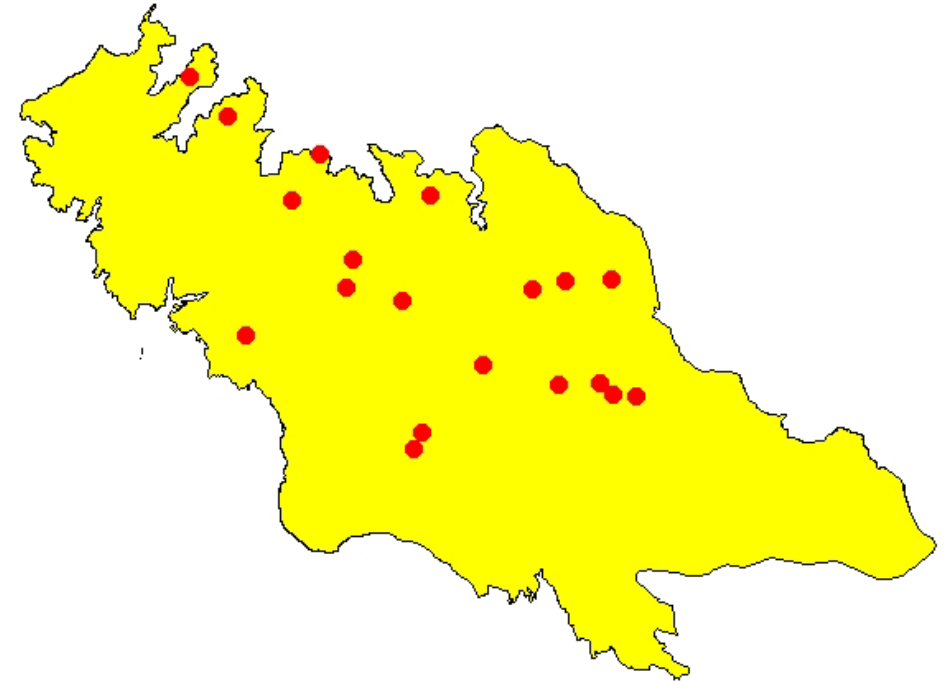
- Western blot tester skiller disse

→ lite støtte for denne hypotesen per i dag

- I så fall har det skjedd omfattende adaptasjon (endring av prionet) hos reinsdyr
  - Dvs. at smitten har gått fra reinsdyr-til-reinsdyr lenge (og endret seg)
- Virker lite sannsynlig gitt kort tid siden skrapesyke-utbrudd

# Nordfjella

- CWD +: 13 bukker, 6 simler
  - Ingen kalv, en 1,5 åring, 18 voksne
  - Alle lymfeknute+
- «Ekte» andel smittede dyr
  - 1.8% av voksne ( $\geq 2$  år) bukker
  - 0.6% av voksne simler
- Økende andel smittede med økende alder hos bukk
  - 3.0 % av bukk over  $\geq 5$  år infisert

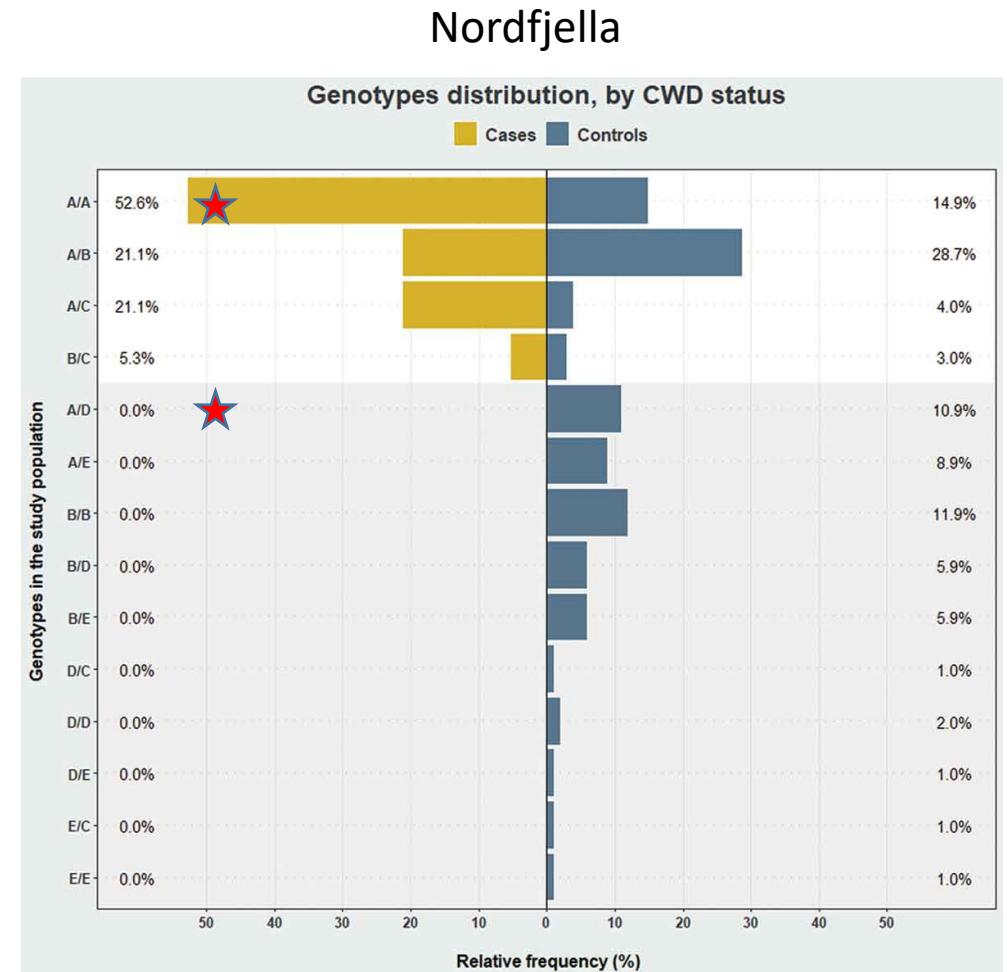


Nordfjella sone 1

# Mottagelige i Norge?

- *PRNP*: 5 varianter – kalt A, B, C, D og E
- Grad av mottagelighet - genotyper
  - AA, AC, CC – svært mottagelige
  - AB, AD, AE, BC, CD, CE – mottagelige
  - BB, BD, BE, DD, DE, EE – mindre mottagelige

<i>PRNP</i>	A «vill-type»	B	C	D	E
Nordfjella	40,8%	32,5%	6,7%	10,8%	9,2%
H. vidda	69,1%	14,9%	2,1%	8,5%	5,3%

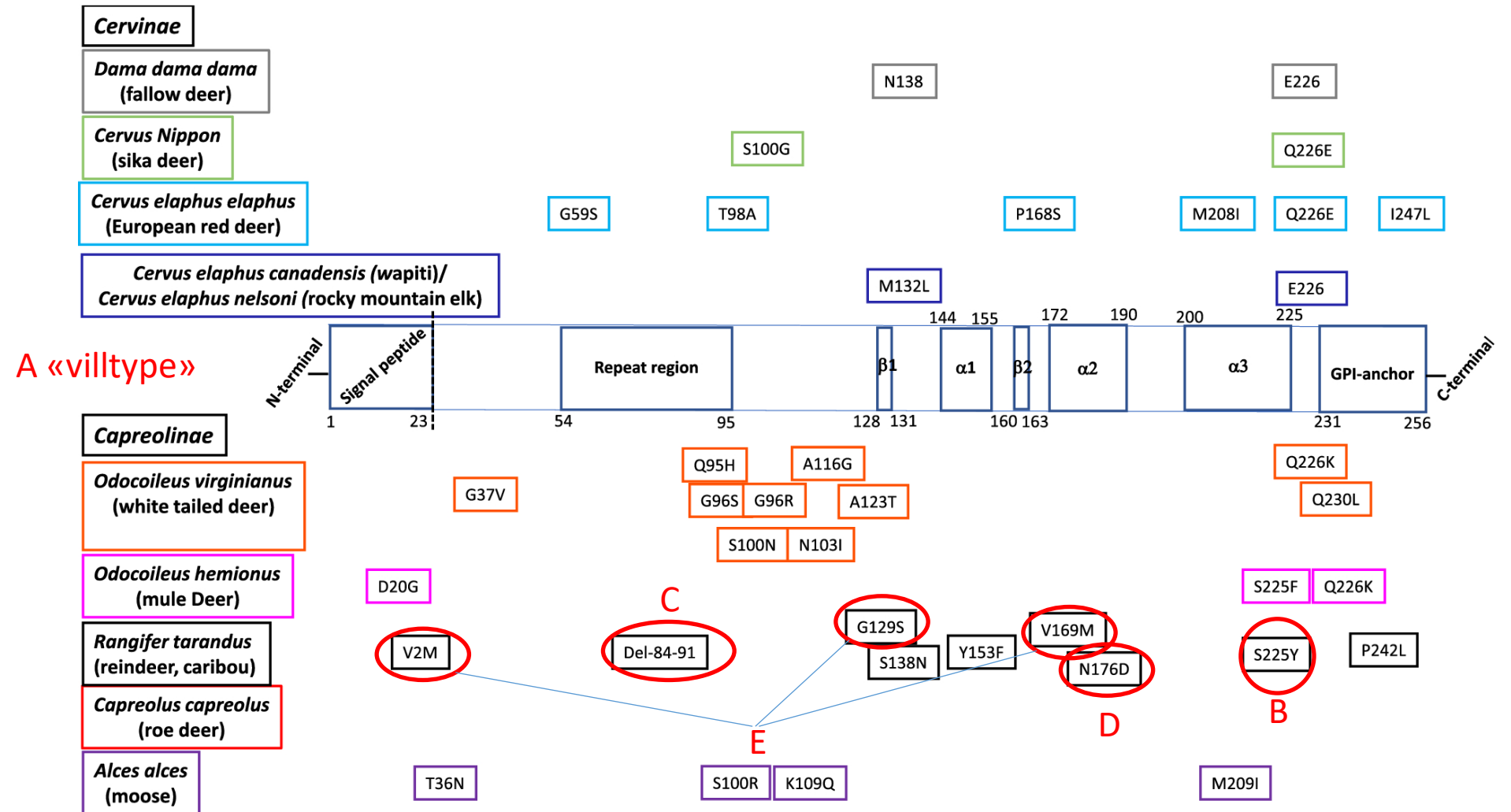


M. E. Güere, J. Våge, H. Tharaldsen, S. L. Benestad, T. Vikøren, K. Madslie, P. Hopp, C. M. Rolandsen, K. H. Røed, and M. A. Tranulis. 2020. Chronic wasting disease associated with prion protein gene (*PRNP*) variation in Norwegian wild reindeer (*Rangifer tarandus*). *Prion* 14:1-10.

M. E. Güere, J. Våge, H. Tharaldsen, K. S. Kvie, B. J. Bårdsen, S.L. Benestad, T. Vikøren, K. Madslie, C.M. Rolandsen, M.A. Tranulis, and K.H. Røed. 2022. Chronic wasting disease in Norway - a survey of prion protein gene variation among cervids. *Transbound Emerg Dis* 69:e20-e31.



# PRNP



adaptCWD - simuleringer

- Ulike egenskaper: mottagelighet og utskillelse av prioner
- Hva er utfallsrommet? Svar: Stort!

# Usikkerhet 1a: egenskaper ved CWD (individ)

Mønstre	2016 i USA/Canada (mye data)	som i Norge? (lite data – <b>nytt prion</b> )
Vevstyper infisert	Infisert i lymfeknuter (smittsom)	Ja, alle 21 CWD+ villrein var lymfeknute+
Utskillelse av prioner	I spytt og andre kroppsvæsker	Indirekte, siden flere smittede i Nordfjella
Inkubasjonstid	1.5-3 år	? 1,5 år lymfe+; 2,5 år hjerne+; 3,5 år døde
Klinisk sykdomsfase	Uker til 3-4 måneder	? Bilde av mulig sykt dyr i Nordfjella
Demografisk mønster	Kalv < åring < voksen	Ja (0 kalv, 1 åring, 18 voksne i Nordfjella)
	Bukk 2-3 x > hunndyr	Ja (2.7 x i Nordfjella, stort usikkerhetsintervall)
Genetikk ( <i>PRNP</i> )	Variant A «vill-type» mottagelig	Ja
	Andre varianter mindre mottagelige	Ja (hvor mye usikkert)

- Kunnskap fra 2016 (USA/Canada) har vist seg å gi et godt utgangspunkt



Foto: Runar Bjøberg



Foto: Lars Nesse

# Usikkerhet 1b: epidemiologi (bestand)

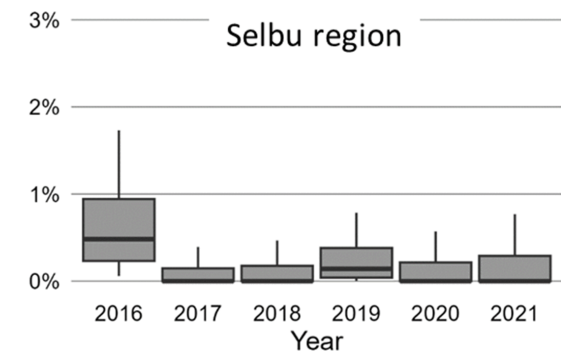
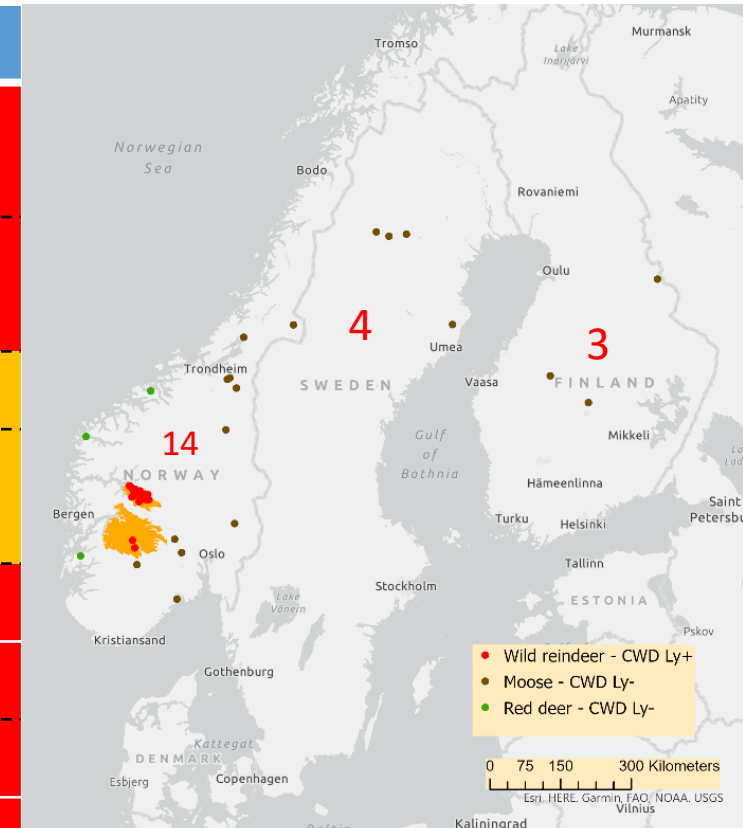
Mønstre	i USA/Canada (mye data)	som i Norge? (lite data – <b>nytt prion</b> )
Rom	Klumpet fordeling	Ja, Nordfjella (1,8% bukk & 0,6% simler)
	Lavere prevalens i ny bestand	ny? Hardangervidda (<0,1%) lavere
Tid	Økning over tid, sakte første 10+ år	Ikke nok data (+ forvaltning)
Effekter	Nedgang i bestand, etter 20-40 år	Ikke nok data (+ forvaltning)
Arter	Spres mellom arter hjortedyr	Usikkert, sannsynliggjort <i>in vitro</i> (tube-forsøk)
	Lavt «zoonotisk potensial» (til oss)	Usikkert, skjer ikke <i>in vitro</i> (tube-forsøk)

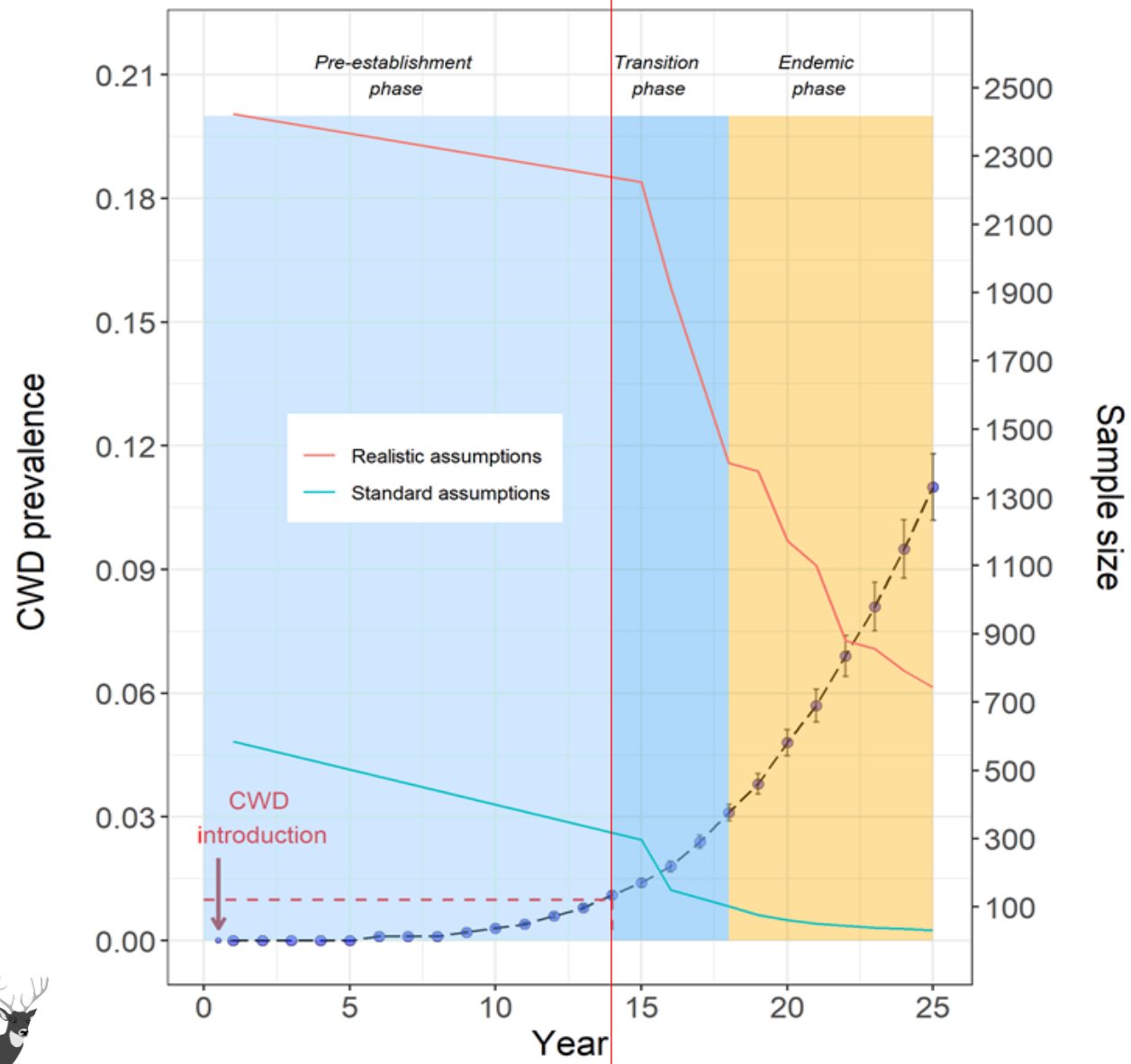
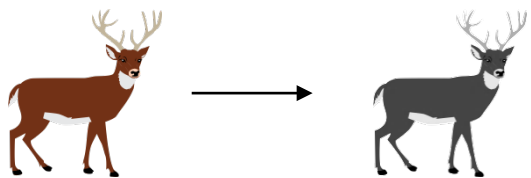
- Lite data og stor usikkerhet om detaljer
- Påvisning på Hardangervidda – **brudd på teori?**
  - Enten smitter CWD (noe) saktere enn forventet
  - Eller større utveksling av dyr med Nordfjella enn vi har antatt
  - *Tilfeldigheter og veldig uflaks?*

# Usikkerhet 1: Hva med «elg CWD»?

Mønstre	2016 i USA/Canada	Elg – sporadisk CWD (sCWD)
Vevstyper infisert	Infisert i lymfeknuter (smittsom)	Nei
Utskillelse av prioner	I spytt og andre kroppsvæsker	Nei (ingen indikasjon)
Inkubasjonstid	1.5-3 år	?
Klinisk sykdomsfase	Uker til 3-4 måneder	alle klinisk syke eller med atferdsendring
Demografisk mønster	Kalv < åring < voksen	Nei (kun veldig gamle)
	Bukk 2-3 x > hunndyr	Nei
Rom	Klumpet fordeling	Svakt, ulike strains
	Lavere prevalens i ny bestand	Nei
Tid	Økning over tid, sakte første 10+ år	Nei

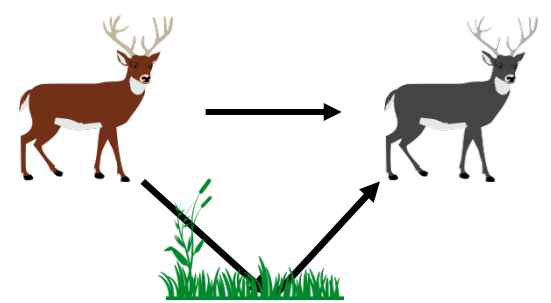
*Likt mønsteret for andre sporadiske prionsykdommer*





Utryddelse mulig(?)

Utryddelse ikke mulig



Sample size

CWD prevalence

Year

Realistic assumptions  
Standard assumptions

CWD introduction

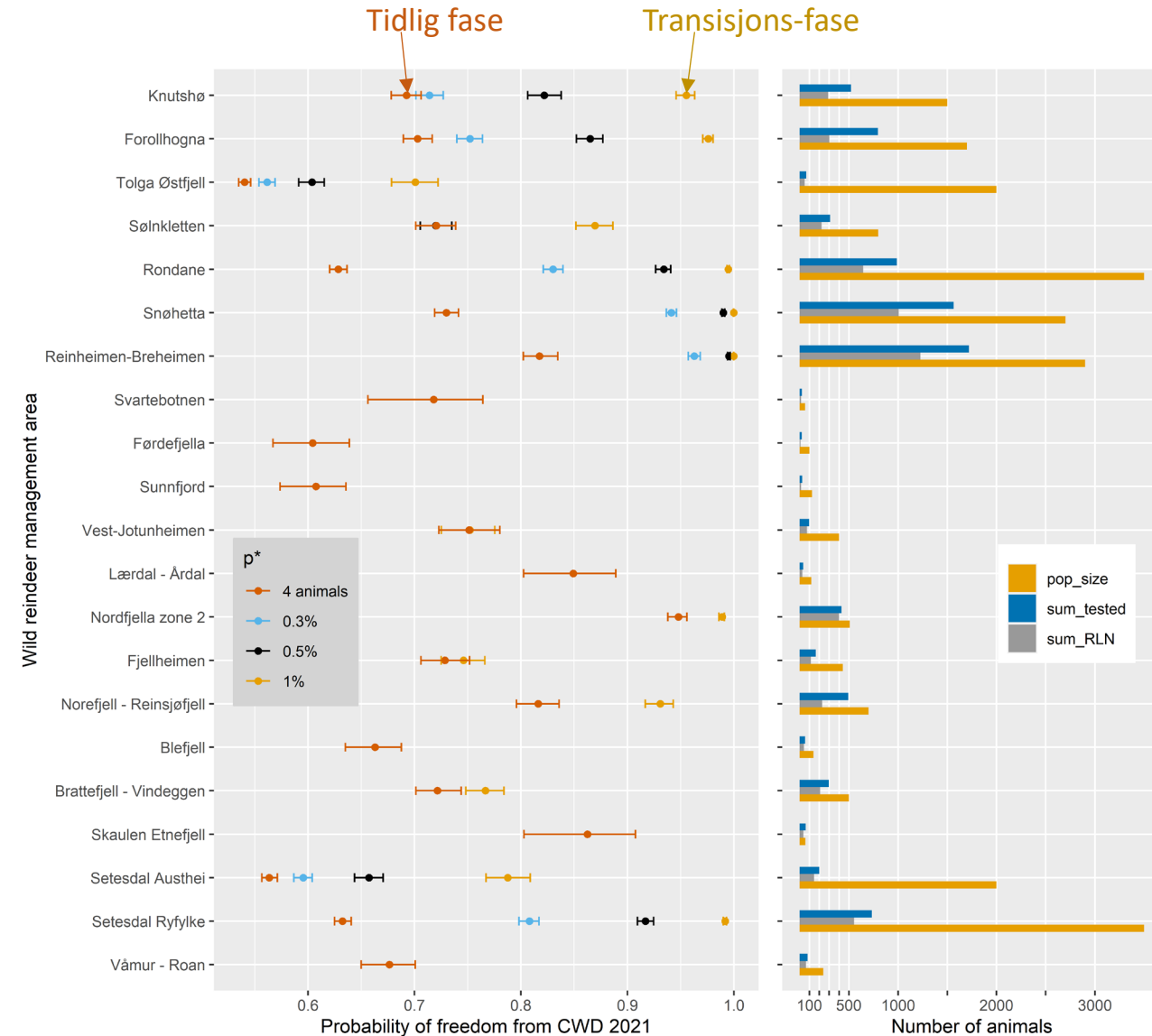
Pre-establishment phase

Transition phase

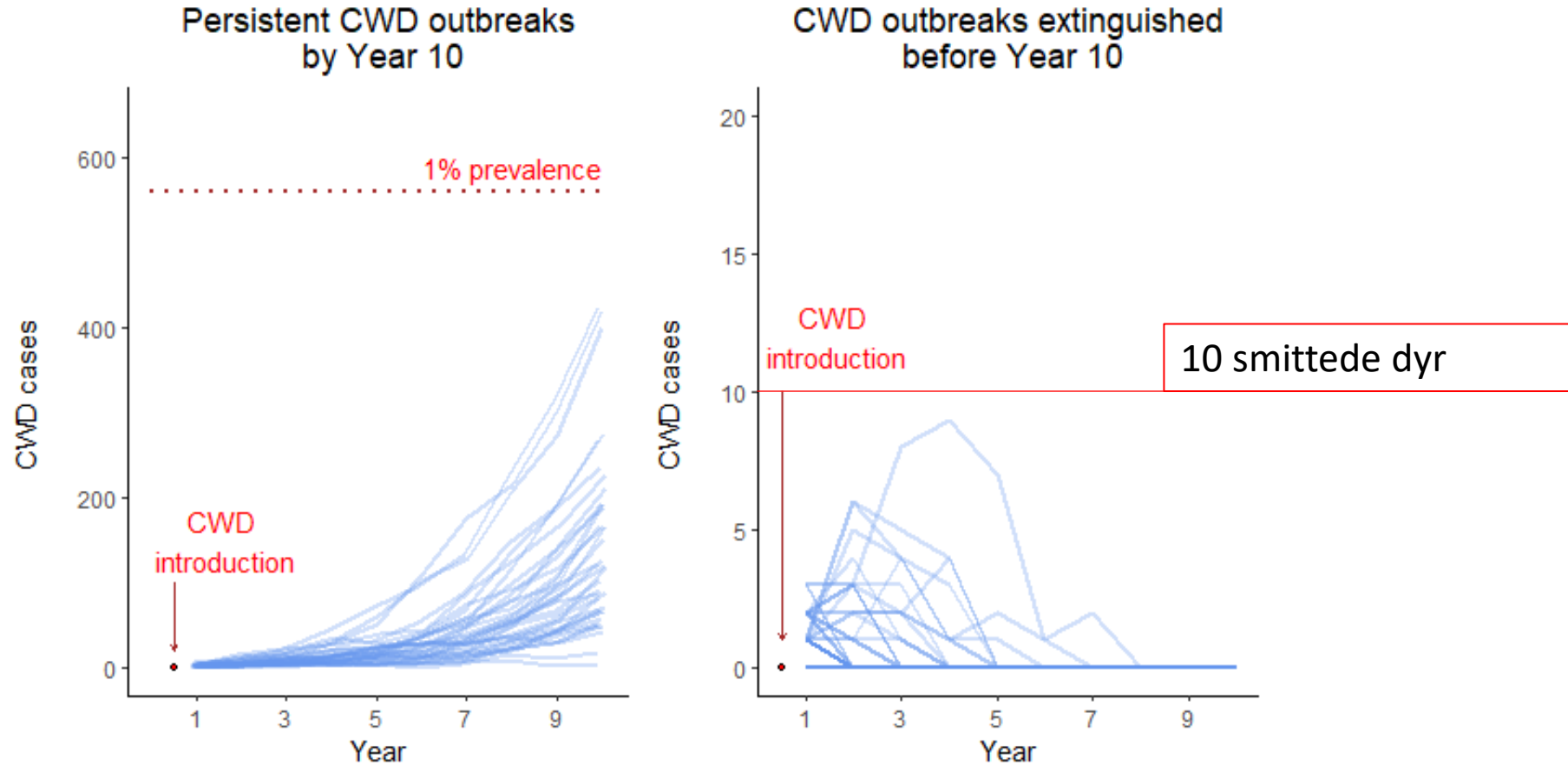
Endemic phase

# Usikkerhet 2: Forekomst av CWD

- Vi vil aldri få full oversikt, før sykdommen er veletablert
  - Tross formidabel innsats i overvåking
  - Det er en egenskap ved CWD
  - Forskning kan ikke endre det
  - Økt bukkejakt
- Vente?
  - Ja, da får vi bedre estimater
  - Men for seint å handle?



# Usikkerhet 3: Miljø-usikkerhet (& tilfeldigheter)

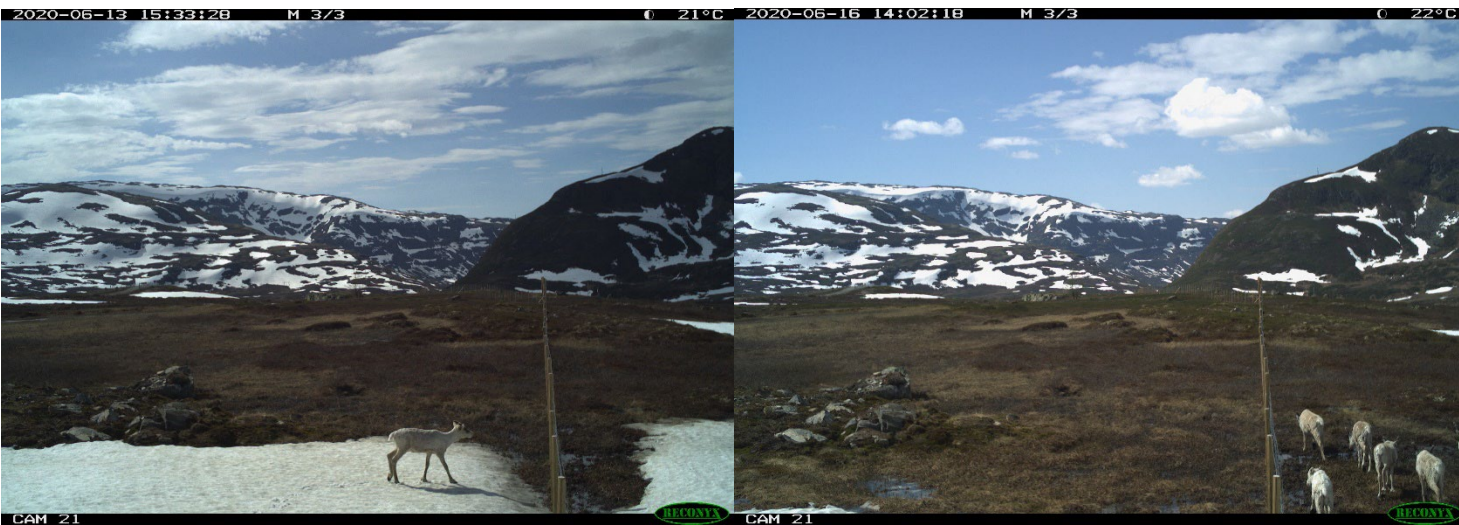


Tidlige fase, store tilfeldigheter

1. At et infisert dyr har kontakt og smitter videre
2. At et dyr overlever lenge nok til å smitte; **jakt!**

# Usikkerhet 4: Forvaltnings-usikkerhet

- Klarer vi å gjennomføre tiltak?
  - (opp til forvaltningen + jegere)
- Virker tiltak?
  - (usikkerhet om effekt)
- Har tiltak uheldige bivirkninger?
  - (overvåkes)





# Hardangervidda

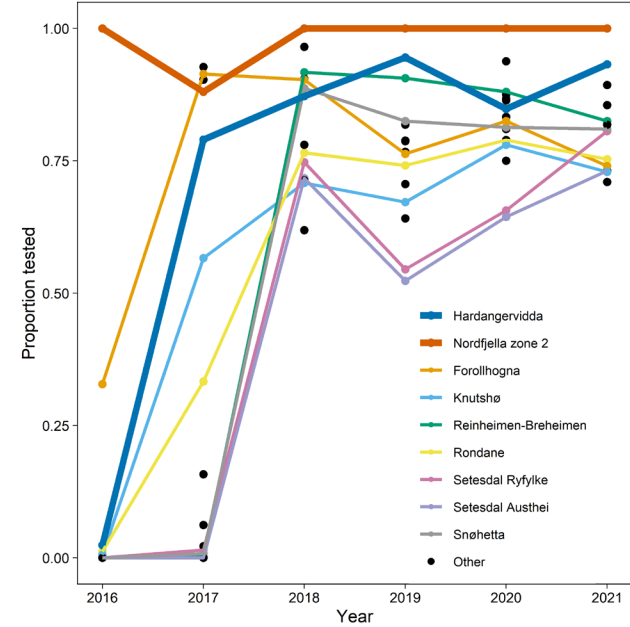
- Deteksjon i 2020; voksen bukk (8,5 år; *PRNP*: AD)
  - Slaktevekt 58 kg; «genetikk fra Hardangervidda»
  - Deteksjon kun i lymfeknute (indikasjon på nylig infisert)
    - Ikke direkte link til Nordfjella
- Deteksjon i 2022; voksen simle (8,5 år; *PRNP*: AA)
  - Deteksjon i lymfeknute og hjerne
- <0.1% CWD+



# Vi ser ikke alt

Hvis CWD tilstede, for å bli oppdaget:

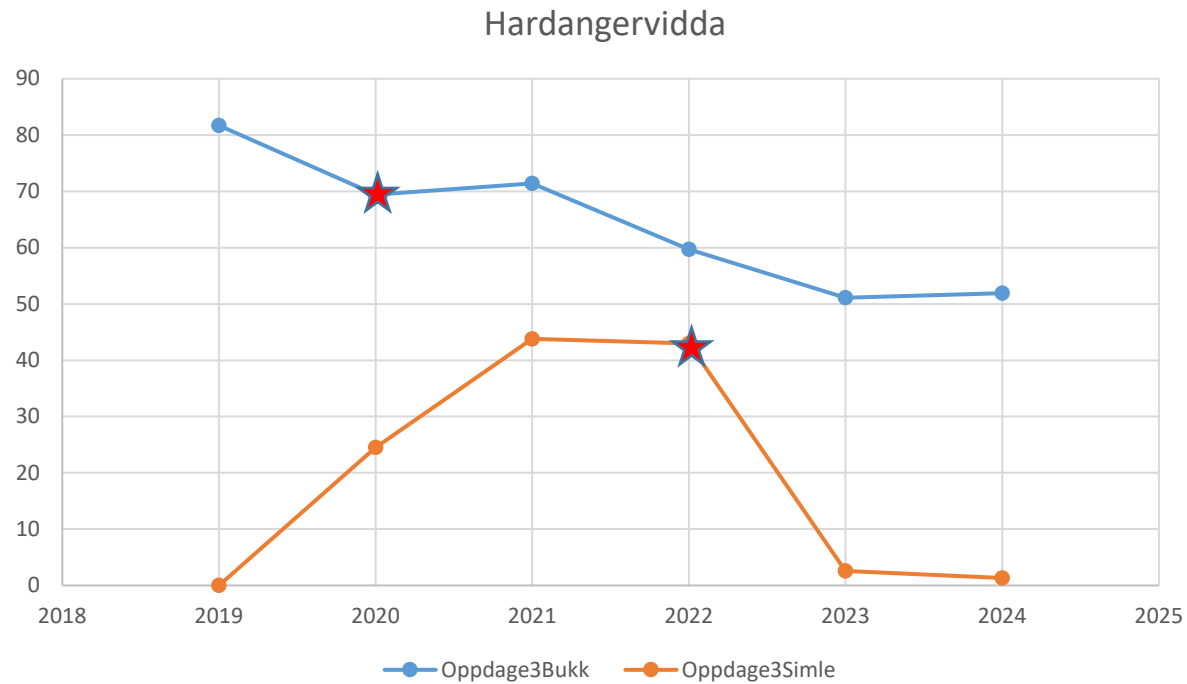
1. CWD+ må bli skutt (prevalens + høstingsrate)
2. CWD+ må bli testet
3. CWD+ må bli RLN+ med ELISA (diagnostisk sensitivitet; 80%)



CWD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Tilstede	?	?	ja	ja	ja	ja	ja	?	?
Observert	nei	nei	nei	nei	ja	nei	ja	nei	nei
Skutte dyr	319	940	642	1101	1156	1437	1312	406	390

# adaptCWD

- Sannsynlighet for å oppdage smittede individer



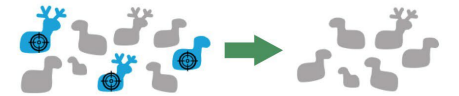
# Hvordan jakt påvirker

- Ulike mekanismer

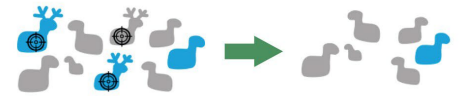
1. (Tar ut kliniske syke – endret atferd?)
2. **Bukkejakt**
  - a) Oftere smittet
  - b) Endret smitterate med endring i kjønnsratio?
3. (Tetthets-avhengig smitterate?)
4. (Høyere rekruttering → mer “fortynning”)
5. **Reduksjon i lengde på smitteperiode**



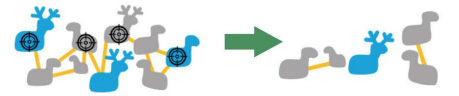
1 Harvest **selectively removes infected individuals** if they are more likely to be harvested (i.e., due to behavioral differences)



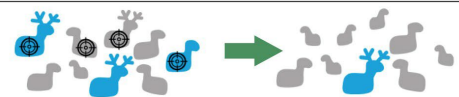
2 Harvest **targets highly infected age-sex classes** (e.g., adult males), preferentially removing infected individuals



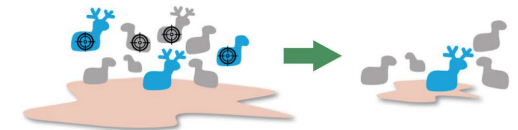
3 Harvest **lowers density and transmission** (if transmission is density-dependent)

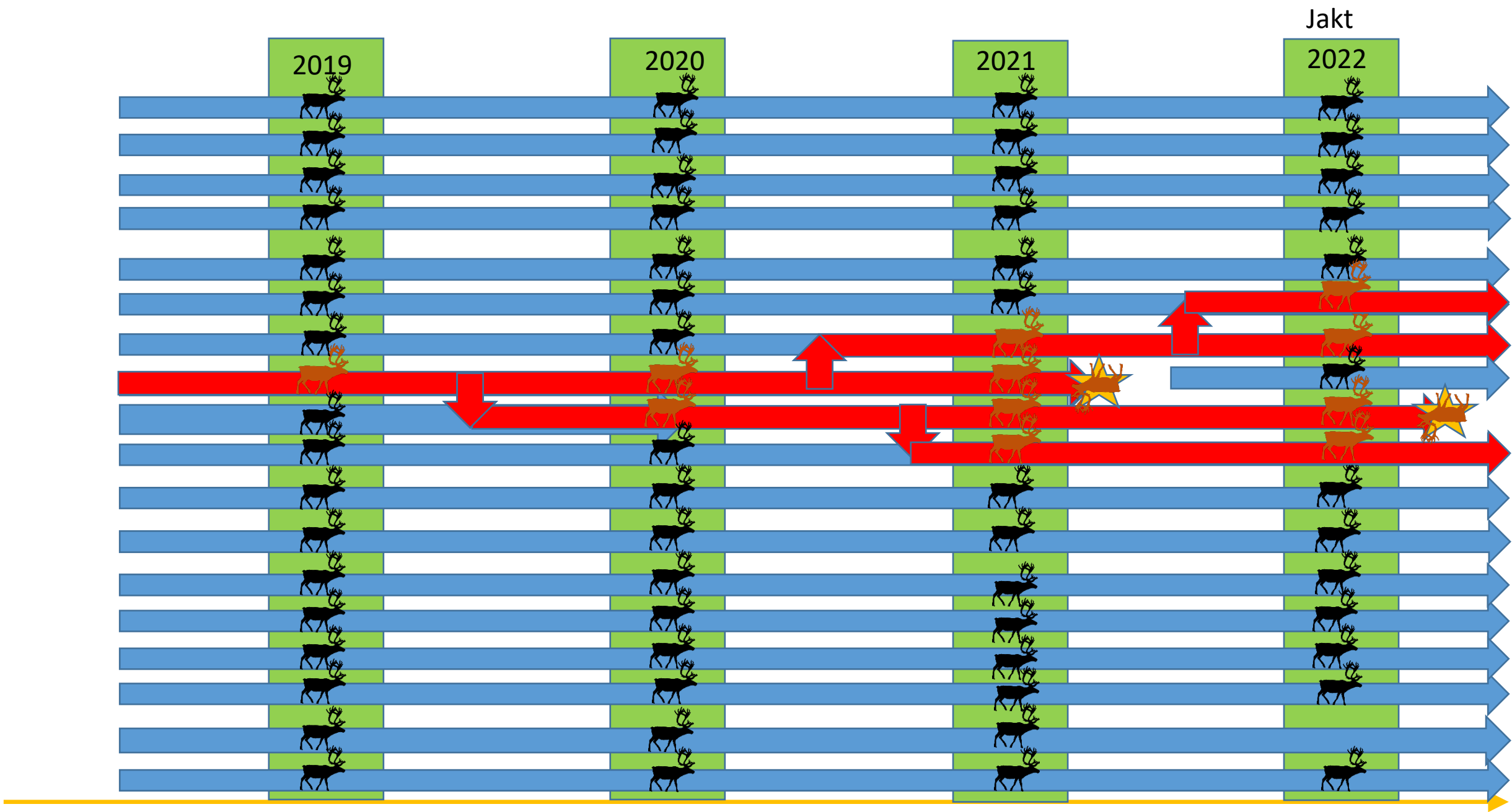


4 By reducing density and increasing recruitment, harvest **shifts population structure** to a younger, more uninfected population



5 Harvest increases adult mortality and **shortens infectious period**, limiting secondary transmission and shedding into environment





Jakt

2019

2020

2021

2022

Tid

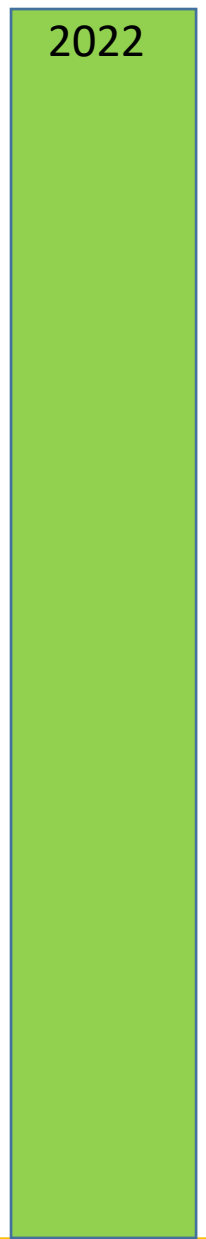
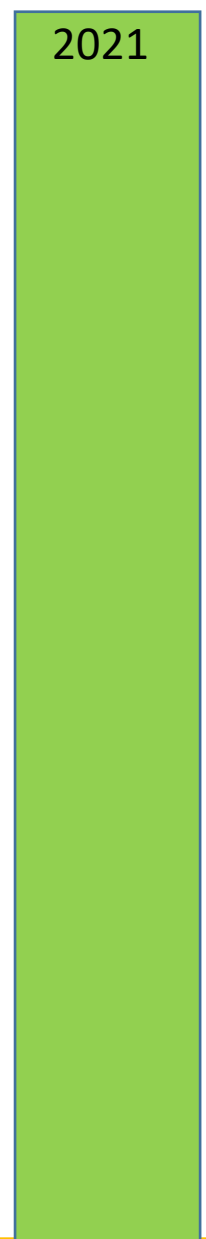
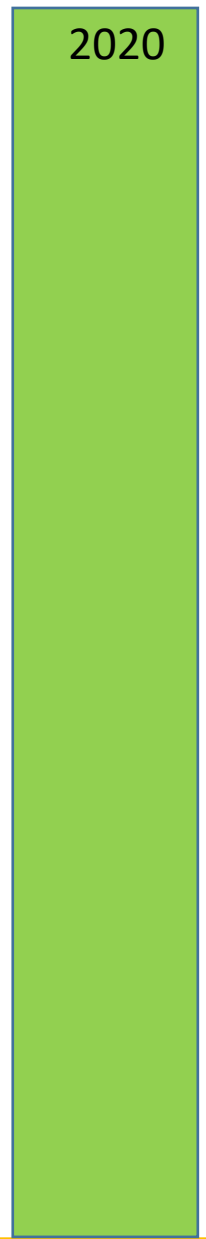
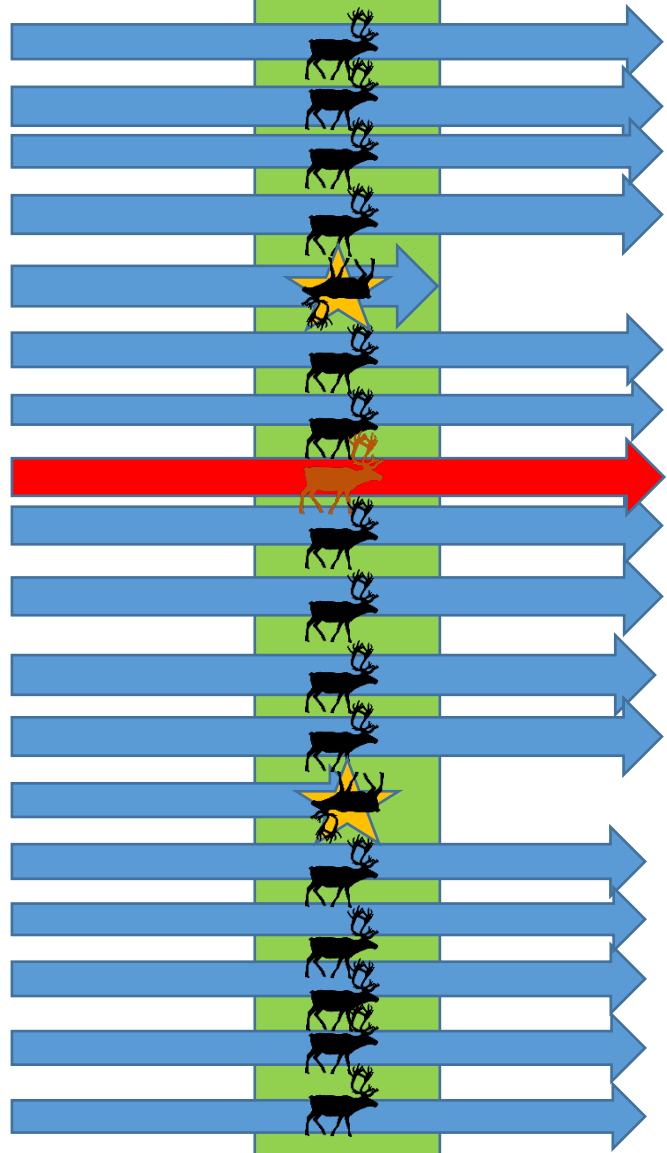
# Jakt

2019

2020

2021

2022



Tid

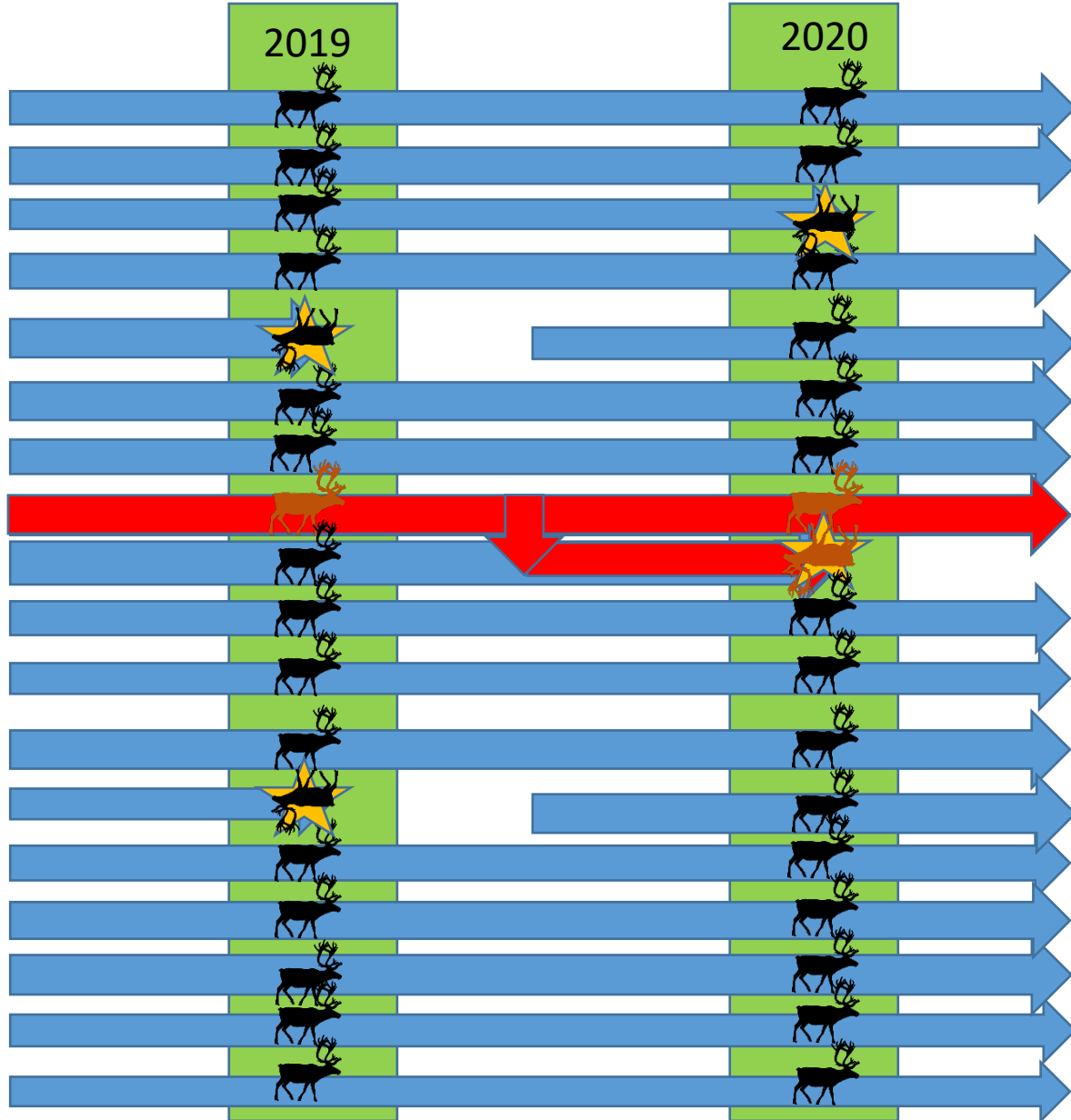
Jakt

2019

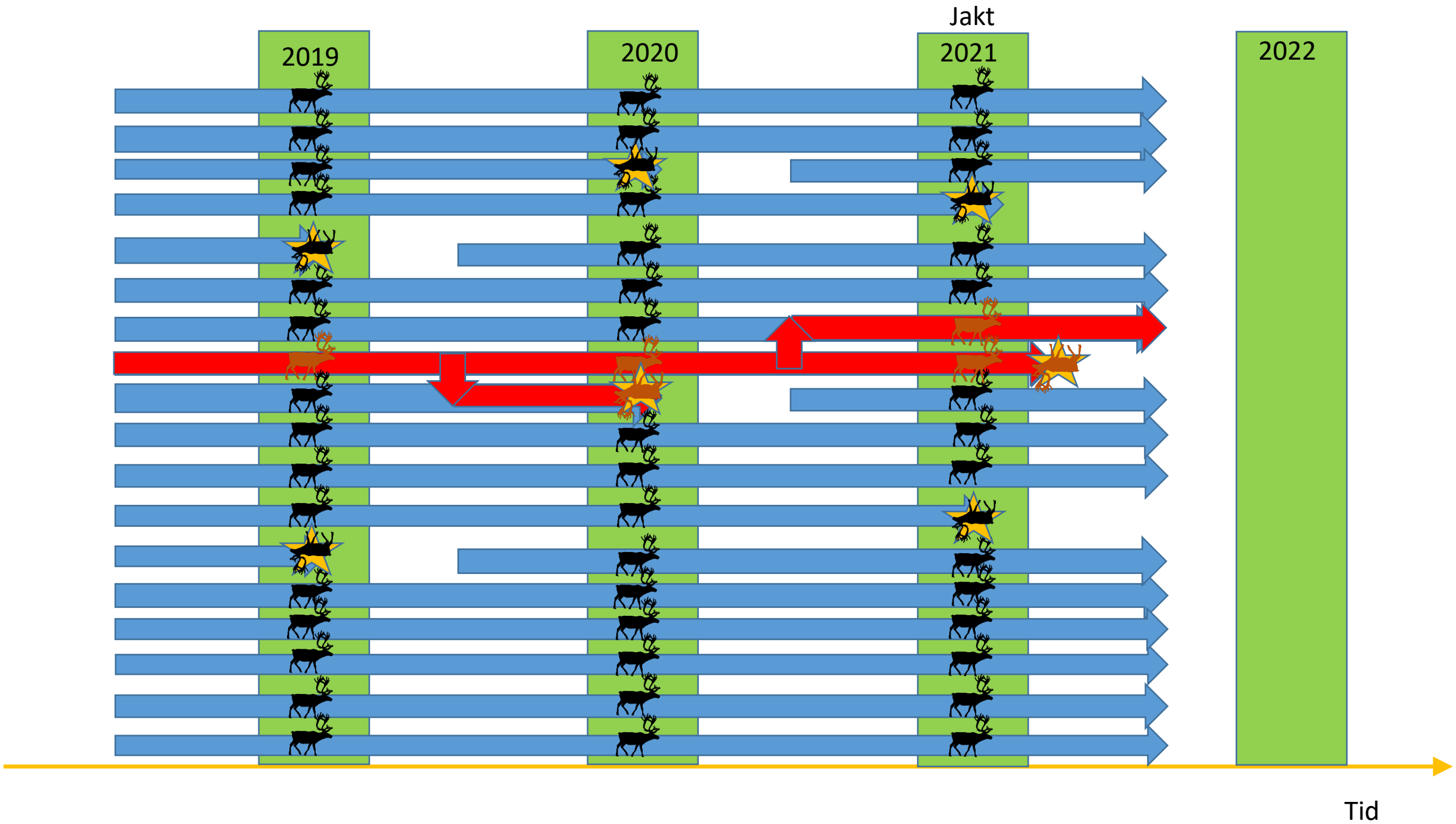
2020

2021

2022



Tid



2019

2020

Jakt

2021

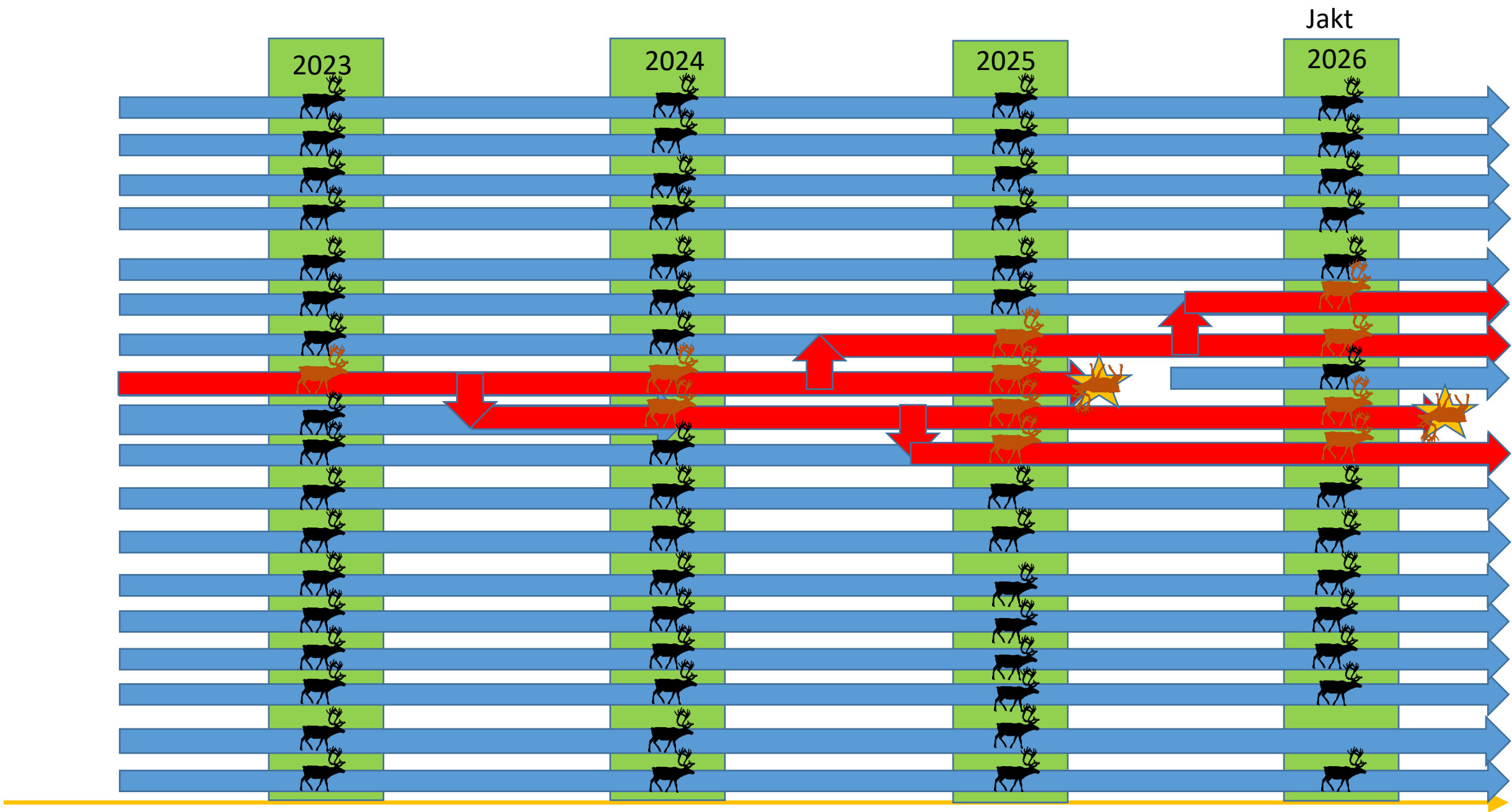
2022

Tid





Tid



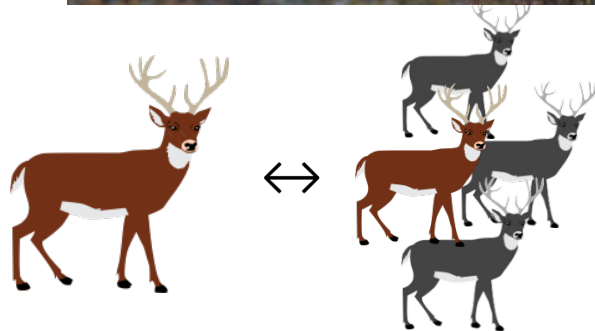
Tid

# Smitterate: 2-3 CWD prevalens for bukk

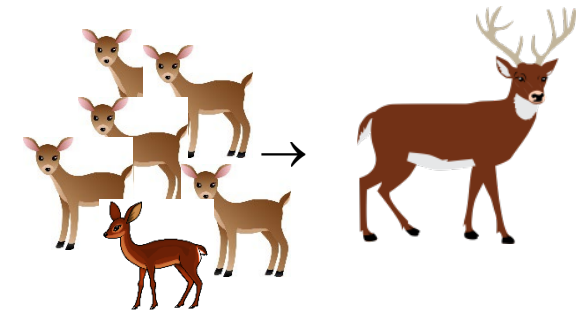
- Bukk ↔ bukk



- Simle → bukk



Smitteveier ukjente  
Smittemønster peker på «spesiell kontakt»



TEORI: A. Potapov, E. Merrill, M. Pybus, and M. A. Lewis. 2016. Chronic wasting disease: Transmission mechanisms and the possibility of harvest management. *Plos One* 11:e0151039.

• A. Potapov, E. Merrill, M. Pybus, D. Coltman, and M. A. Lewis. 2013. Chronic wasting disease: possible transmission mechanisms in deer. *Ecol Mod* 250:244-257.

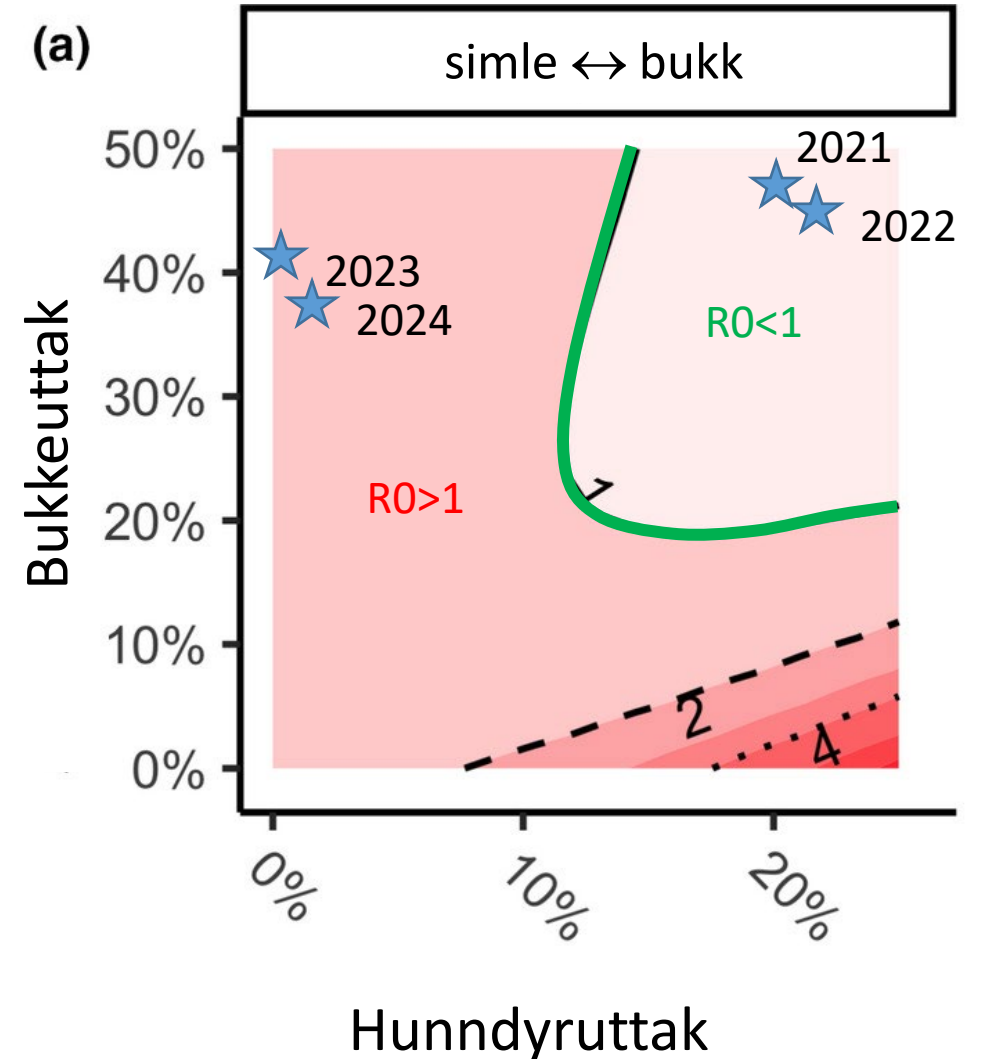
EMPIRI: Michael W. Miller, Jonathan P. Runge, A. Andrew Holland, and Matthew D. Eckert. 2020. Hunting pressure modulates prion infection risk in mule deer herds. *J Wildl Dis* 56:781-790.

• Mary M. Conner, Mary E. Wood, Anne Hubbs, Justin Binfet, A. Andrew Holland, Luke R. Meduna, Annette Roug, Jonathan P. Runge, Todd D. Nordeen, Margo J. Pybus, and Michael W. Miller. 2021. The relationship between harvest management and chronic wasting disease prevalence trends in western mule deer (*Odocoileus hemionus*) herds. *J Wildl Dis* 57:831-843.

# Hvor ligger Hardangervidda?

Jakt korter levetid – “smittetid”

- Skyte mye simler
  - → bestand går ned
- Skyte mye bukk
  - → opprettholde bestand



# WP3 “Bivirkninger” av CWD forvaltning

## adaptCWD

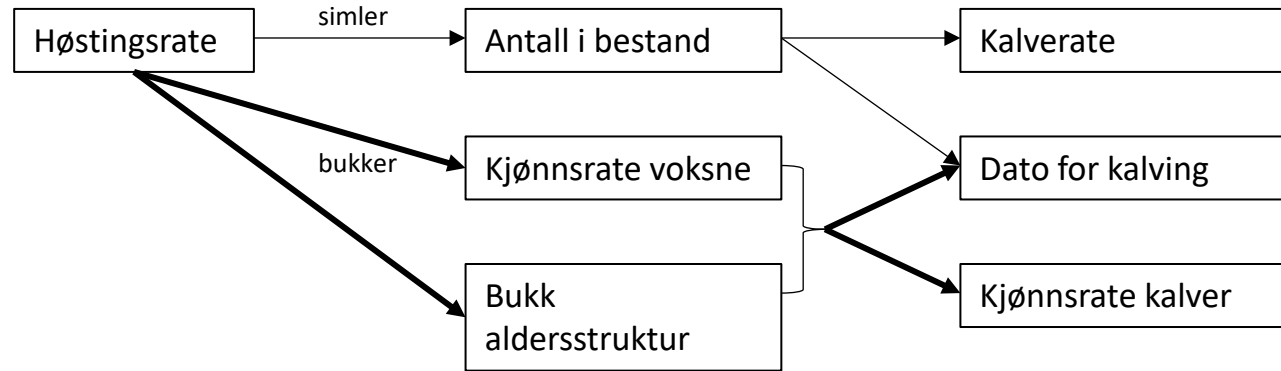
- Demografiske side-effekter
- Atferdsmessige
  - Bevegelser
  - Ikke alt vi måler (frykt, kultur/læring)

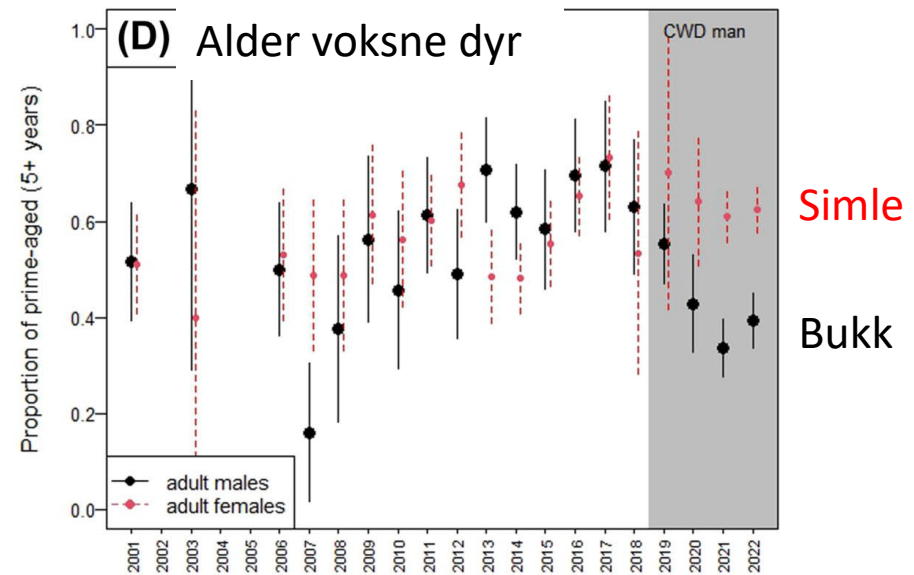
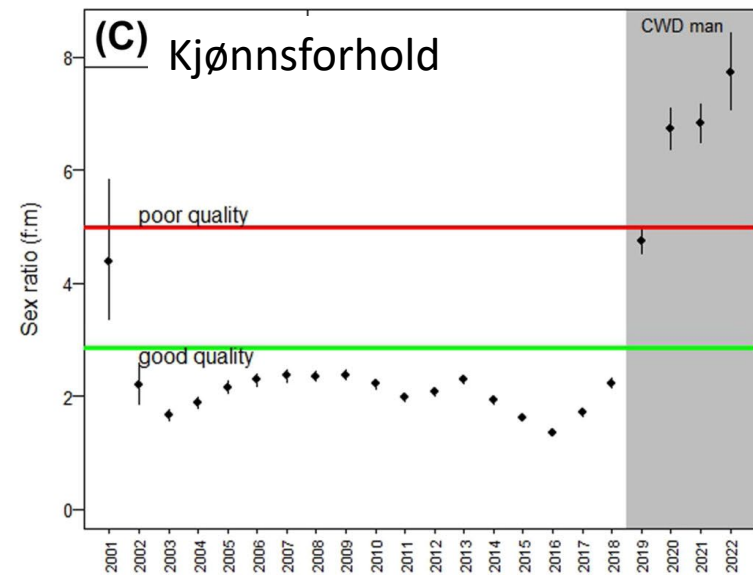
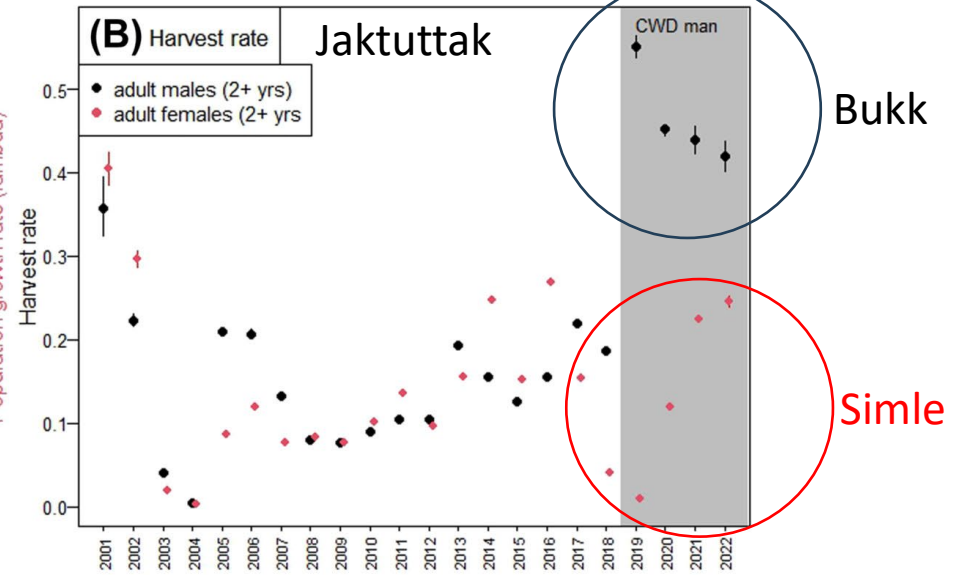
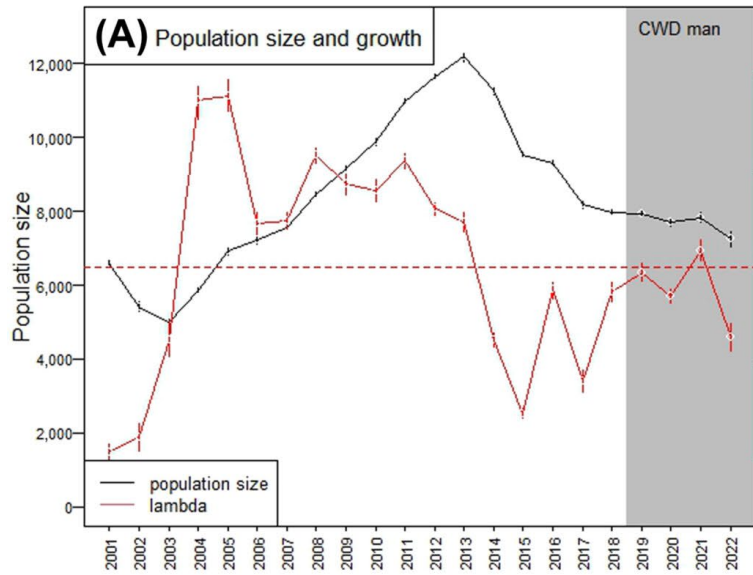


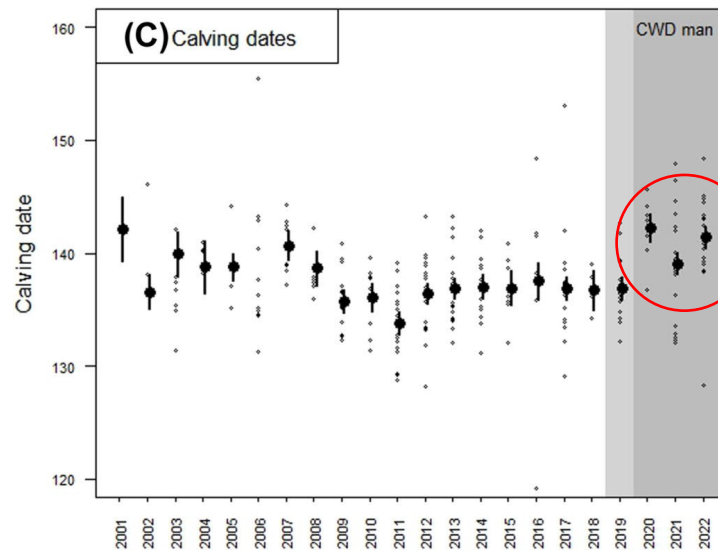
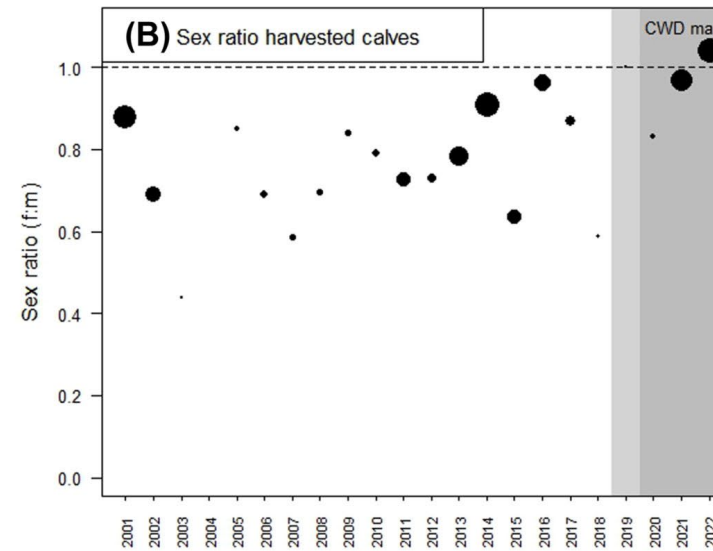
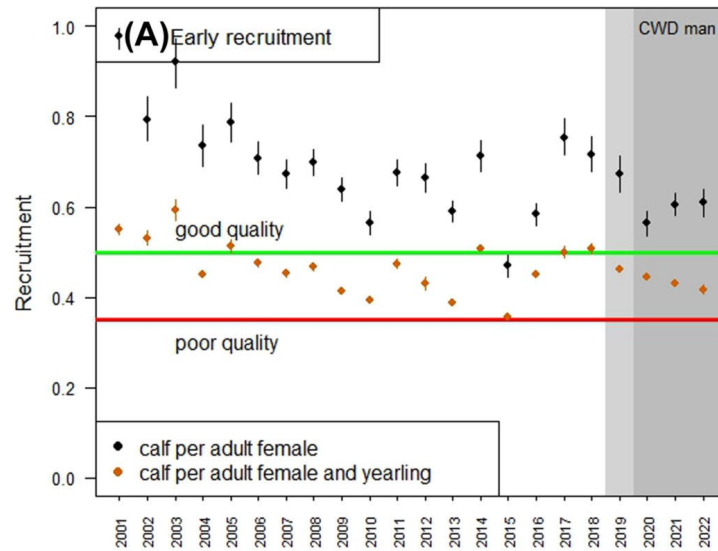
CWD forvaltning  
(jakt høst 2019-2022)

Antall & Demografi  
(etter jakt)

Demografiske side-effekter  
(reproduksjon vår 2020-2023)







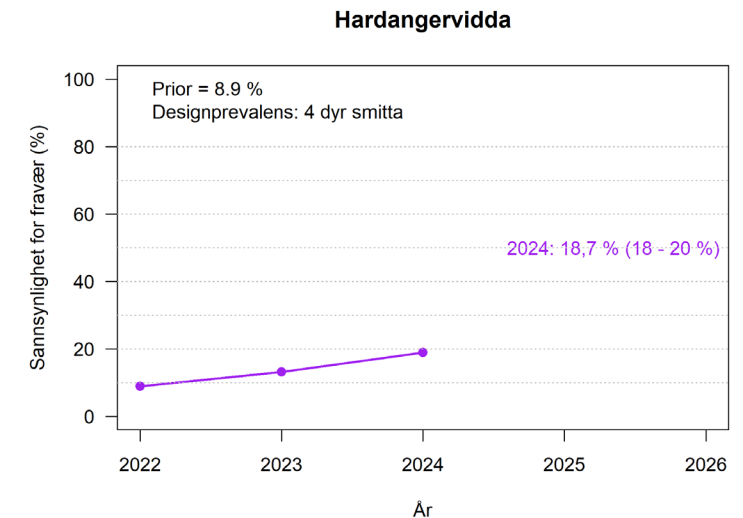
*Leve med CWD?  
Det foreligger ingen langtids-strategi*



# Usikkerheter CWD – 4 «klasser»

- 1. **Prosess, strukturell usikkerhet: Hva er CWD?**
  - **Smitteegenskaper, inkubasjonstid** etc. [individ]
  - (**Om** og) **hvor fort** vil det spre seg i bestand, mellom bestander og arter? [bestand]
- 2. **Måle-usikkerhet: Hva er forekomst?**
  - Usikkert ved lav forekomst (kan ikke «forskes vekk»)
- 3. **Miljø-usikkerhet (og tilfeldigheter)**
  - Kan bety mye i en tidlig fase (kan ikke «forskes vekk»)
- 4. **Forvaltnings-usikkerhet**
  - **Klarer vi å gjennomføre tiltak?** [*opp til forvaltningen*]
  - **Tiltak virker**, men **hvor mye?**
  - Har tiltak uheldige bivirkninger? (**overvåkes**)

Hardangervidda etter jakt 2024



**FORTSATT HÅP!?**